



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *SCRICTO SENSU*  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS NO ENSINO DOS  
CONTEÚDOS DE ESTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES NO CURSO  
TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO**

Michel Osmar Costa Paiva

Lajeado, dezembro de 2020

Michel Osmar Costa Paiva

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS NO ENSINO DOS  
CONTEÚDOS DE ESTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES NO CURSO  
TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas na linha de Pesquisa em Tecnologia e Recursos Didáticos para Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Andreia A. Guimarães Stroshchoen

Lajeado, dezembro de 2020

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer, primeiramente, a Deus, inteligência suprema e causa de todas coisas, pela graça da vida.

Em segundo lugar, à minha família, minha esposa Leticia e minha filha Ana Luísa, pelo apoio diário, incentivo, carinho, pois, com muita paciência, superaram os momentos em me ausentei durante os meus estudos.

Aos alunos do segundo ano do curso Técnico em Edificações, do Instituto Federal de Rondônia, campus Vilhena, por terem aceito participar da pesquisa e pela disposição em realizar as atividades propostas durante a Intervenção Pedagógica.

À professora e orientadora Dra. Andreia A. Guimarães Strohschoen, por sua competência e dedicação na orientação deste trabalho.

Aos professores da Banca de Qualificação e Defesa, Dra. Marcia Jussara Hepp Rehfeldt, Dra. Sônia Elisa Marchi Gonzatti e Dr. Edilberto Fernandes Syrczyk, pelas contribuições e recomendações durante a construção da dissertação.

Ao Instituto Federal de Rondônia, por apoiar os meus estudos e incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias, metodologias e recursos didáticos no ensino.

Por fim, a todos que contribuíram com o meu estudo e me motivaram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

## RESUMO

Esta dissertação refere-se a uma intervenção pedagógica desenvolvida por meio de atividades experimentais investigativas, relacionada à disciplina Estabilidade das Construções, ministrada no segundo ano do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio, do Instituto Federal de Rondônia, campus Vilhena. A pergunta que norteou a pesquisa foi: como a experimentação investigativa pode auxiliar no ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções no Curso Técnico em Edificações? O objetivo central consistiu em analisar os resultados as contribuições do desenvolvimento da experimentação investigativa no ensino dos conteúdos relacionados à disciplina Estabilidade das Construções, com os alunos do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio. Os objetivos específicos propostos na pesquisa foram: identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conteúdos de física e matemática, relacionados aos conteúdos de Estabilidade das Construções; desenvolver atividades de experimentação investigativa com os alunos do segundo ano do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio, considerando os conteúdos de Estabilidade das Construções; e verificar se os resultados obtidos durante a prática pedagógica apresentam indícios de que as atividades experimentais investigativas podem possibilitar um caminho diferenciado para o ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções. As atividades propostas ocorreram em espaço de ensino, de forma remota. A pesquisa, de caráter qualitativo, teve como metodologia a atividade experimental investigativa e adotou procedimentos com características aproximadas de estudo de caso, tendo as análises seguido orientações de natureza descritiva e exploratória. Para o levantamento de dados, fez-se uso de um questionário de conhecimentos prévios, de atividades experimentais investigativas com os alunos - considerando os conteúdos de Estabilidade das Construções, de um questionário de avaliação da prática pedagógica, além das anotações do pesquisador, do diário de bordo, de fotos, gravações em áudio, imagens e relatórios. Os resultados dessa proposta pedagógica diferenciada permitiram concluir que a integração da situação-problema investigativa com as atividades experimentais possibilitou que os alunos compreendessem os referidos conteúdos de Estabilidade das Construções e que a mediação da experimentação investigativa como procedimento de ensino estimula a curiosidade do aluno, uma vez que possibilita situações e ações de raciocínio e a construção de conhecimento envolvendo tanto o docente como o discente, que se

sente motivado para participar do processo do ensino.

**Palavras-chave:** Atividades Experimentais Investigativas. Estabilidade das Construções. Curso Técnico em Edificações.

## ABSTRACT

This dissertation refers to a pedagogical intervention developed through experimental investigative activities, related to the discipline “Stability of Constructions”, taught in the second year of the Technical Course in Constructions, at the Vilhena campus of the Federal Institute of Rondônia. The question which guided the research was: how can investigative experimentations assist in teaching the contents of “Construction Stability” to the students of the Technical Course in Constructions? The main goal was to analyze the results provided by investigative experimentations during teaching the contents related to “Stability of Constructions”, with the students of the second year of the Technical Course in Constructions. The specific objectives proposed in the research were: to identify the students' previous knowledge regarding the contents of physics and mathematics and related to the contents of “Stability of Constructions”; develop investigative experimentation activities with students in the second year of the Technical Course in Constructions, considering the contents of “Stability of Constructions”; and to check if the obtained results during the pedagogical practice present indications that the investigative experimental activities may enable a different way for teaching the contents of “Stability of Constructions”. The proposed activities took place remotely in a teaching space. The research, qualitative in nature, had as methodology the investigative experimental activity and adopted procedures with case study characteristics. The analysis followed descriptive and exploratory orientations. In order to collect data, a questionnaire of previous knowledge of experimental investigative activities was conducted with the students, considering the contents of “Stability of Constructions”. Furthermore, a survey to evaluate the pedagogical practice was also conducted, besides the researcher's notes, the logbook, photos, audio recordings, images, and reports. Results of this differentiated pedagogical proposal allowed to conclude that the integration of the investigative problem-situation with the experimental activities enabled students to understand the referred contents of “Stability of Constructions” and that the mediation of investigative experimentation as a teaching procedure stimulates the student's curiosity because it allows situations and actions of reasoning and knowledge construction involving both the teacher and the student, who feels motivated to participate in the teaching process.

**Keywords:** Experimental Investigative Activities. Stability of Constructions . Technical Course in Buildings.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Plano da disciplina Estabilidade das Construções .....	35
Figura 2 - Localização do município de Vilhena/RO.....	49
Figura 3 -Vista Frontal – Bloco A – Administrativo – Biblioteca – Auditório – Laboratório de Informática .....	50
Figura 4 - Blocos de Sala de aula – Laboratórios.....	51
Figura 5 - Complexo Esportivo – Centro de Convivência .....	51
Figura 6 - Estrutura gráfica do procedimento metodológico .....	56
Figura 7 - Estrutura gráfica do procedimento da Sequência Didática 01 .....	61
Figura 8 - Estrutura gráfica do procedimento da Sequência Didática 02 .....	63
Figura 9 - Estrutura gráfica da Sequência Didática 03 .....	66
Figura 10 - Resposta da questão 01 do aluno A <sup>2</sup> .....	72
Figura 11 - Resposta da questão 01 do aluno A <sup>4</sup> .....	73
Figura 12 - Resposta da questão 01 do aluno A <sup>5</sup> .....	73
Figura 13 - Resposta da questão 02 do aluno A <sup>2</sup> .....	74
Figura 14 - Resposta da questão 02 do aluno A <sup>1</sup> .....	74
Figura 15 - Resposta da questão 03 do aluno A <sup>2</sup> .....	75
Figura 16 - Resposta da questão 04 do aluno A <sup>6</sup> .....	75
Figura 17 - Resposta da questão 04 do aluno A <sup>1</sup> .....	76
Figura 18 - Imagem da videoconferência com os alunos durante a Atividade Experimental Investigativa 01.....	77
Figura 19 - Barras de aço ou vergalhões com os diâmetros de 5mm, 6,3mm, 8mm, 10mm e 16mm .....	78

Figura 20 - Tabela dos diâmetros, pesos, comprimentos, circunferências e pesos lineares das barras de aço, com transformação de unidades de medidas, elaborada pelo aluno A <sup>1</sup> .....	79
Figura 21 - Desenho traçado pelo aluno A <sup>4</sup> das duas barras de aço 8m e de uma barra de 16mm, utilizando o geogebra .....	81
Figura 22 - Tabela de aço com os diâmetros, circunferências, pesos lineares e áreas das seções de cada barra, apresentada pelo aluno A <sup>4</sup> .....	82
Figura 23 - Imagem da videoconferência com os alunos durante a Atividade Experimental Investigativa 02.....	85
Figura 24 - Imagem do vídeo exibido para apresentação dos materiais utilizados nas Atividades Preparatórias 01 e 02 e na Atividade Experimental Investigativa 02 .....	86
Figura 25 - Apresentação dos resultados do experimento preparatório 03, com o volume de água em cada amostra .....	89
Figura 26 - Corpos de prova, com as respectivas medidas e pesos .....	89
Figura 27 - Esboço traçado pelo aluno A <sup>4</sup> do Corpo de Prova 01, com as medidas.....	91
Figura 28 - Planilha elaborada pelo aluno A <sup>1</sup> , com os resultados da área, volume e o peso específico do Corpo de Prova 06 .....	91
Figura 29 - Resultados dos pesos específicos dos corpos de provas, com destaque ao maior e menor peso específico das amostras .....	92
Figura 30 - Imagem da videoconferência com os alunos durante a Atividade Experimental Investigativa 03.....	94
Figura 31 - Imagens do vídeo exibido para apresentação das amostras dos solos e as posições dos tijolos .....	95
Figura 32 - Tabela apresentada pelo aluno A <sup>3</sup> com os pesos, as áreas e as quantidades de peças e pesos em um metro quadrado dos materiais de construção civil .....	96
Figura 33 - As medidas, áreas das bases e o esboço de cada tijolo, feito pelo aluno A <sup>5</sup> .....	97
Figura 34 - Tabela elaborada pelo aluno A <sup>5</sup> , com os resultados dos cálculos da pressão exercida sobre cada amostra de solo .....	98
Figura 35 - Resposta da questão 01 do aluno A <sup>5</sup> .....	100



Figura 36 - Resposta da questão 2 do aluno A <sup>6</sup> .....	100
Figura 37 - Resposta da questão 2 do aluno A <sup>5</sup> .....	101

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis de investigação em Atividades Experimentais Investigativas .....	31
Quadro 2 - Relação entre os conceitos de física e matemática e os conteúdos da Disciplina de Estabilidade das Construções.....	36
Quadro 3 - Trabalhos com a temática Atividades Experimentais Investigativas (AEI) .....	40
Quadro 4 - Resumo da relação entre objetivos, atividades e instrumentos de coleta .....	52
Quadro 5 - Sequências didáticas das atividades síncronas <i>on line</i> desenvolvidas na Intervenção Pedagógica.....	58
Quadro 6 - Caracterização das Atividades Experimentais Investigativas (AEI's) .....	59
Quadro 7 - Distribuição dos conceitos abordados no Questionário de Conhecimentos Prévios .....	71
Quadro 8 - Resultados das hipóteses iniciais dos alunos referentes ao maior e ao menor peso específico das amostras .....	87
Quadro 9 - Resultados do experimento 02, dos pesos dos agregados (areia, brita 0, brita 1, seixo e argila expandida) .....	88

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CBA	<i>Chemical Bond Aproach Project</i>
CBA	<i>Chemical Bond Aproach Project</i>
CHEMS	<i>Chemical Educational Material Study)</i>
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFRO	Instituto Federal de Rondônia
IPS	<i>Introductory Physical Sience</i>
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
SEI	Sequência de Ensino Investigativo
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts, e Mathematics

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>19</b>
2.1 Atividades experimentais no ensino de Ciências.....	19
2.2 Atividades experimentais investigativas no ensino de ciências.....	25
2.3 Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio .....	32
2.4 Conteúdos da disciplina estabilidade das construções .....	33
2.4.1 Análise estrutural .....	37
2.4.2 Peso por área - Pressão exercida sobre a superfície.....	37
2.4.3 Peso específico ou densidade .....	38
2.5 Estado da arte.....	40
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>45</b>
3.1 Caracterização da pesquisa .....	46
3.2 Delimitação da área de pesquisa .....	48
3.3 Instrumentos de coleta dos dados .....	52
3.4 Organização da pesquisa .....	54
3.4.1 Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino .....	56
3.4.2 Termo de Consentimento Livre Esclarecido e Termo de Assentimento Livre Esclarecido.....	56
3.4.3 Questionário de conhecimentos prévios .....	57
3.4.4 Sequências didáticas .....	57
3.4.5 Questionário de avaliação .....	67
3.4.6 Análise dos dados .....	68
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>70</b>
4.1 Análise do questionário de conhecimentos prévios .....	70
4.2 Análise das Atividades Experimentais Investigativas.....	76
4.3 Análise do questionário de avaliação.....	99
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>106</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>109</b>

<b>APÊNDICES .....</b>	<b>115</b>
<b>APÊNDICE A - Carta de Anuência .....</b>	<b>116</b>
<b>APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Responsáveis).....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido .....</b>	<b>119</b>
<b>APÊNDICE D - Questionário de conhecimentos prévios .....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE E - Situação-problema investigativa .....</b>	<b>127</b>
<b>APÊNDICE F - Situação-problema investigativa.....</b>	<b>131</b>
<b>APÊNDICE G - Situação-problema investigativa .....</b>	<b>138</b>
<b>APÊNDICE H - Questionário de avaliação das atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica .....</b>	<b>143</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação consiste na descrição de uma pesquisa realizada por meio de intervenção pedagógica relacionada à disciplina “Estabilidade das Construções”, ministrada por mim no segundo ano do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio no Instituto Federal de Rondônia campus Vilhena, em que explorei atividades experimentais investigativas.

Antes de exercer atividade docente, tive um longo histórico de trabalho como Engenheiro Civil, entre os anos de 2002 a 2011, atuando como responsável na área técnica de empresas ligadas à construção civil. Mas em 2011 já ministrei algumas disciplinas no curso de Arquitetura e Urbanismo em uma instituição particular e no ano de 2012 ingressei como docente no Instituto Federal de Rondônia, campus Vilhena, no Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio.

Assim, como docente, percebi, durante as minhas práticas, que os alunos do curso apresentam problemas de aprendizagem nas disciplinas técnicas. Isso porque não conseguem relacionar alguns conteúdos de física (peso específico, densidade, peso por área, pressão e peso linear) e de matemática (medidas de volume, superfície, comprimento, capacidade, massa e transformação de unidade de medidas), com outras áreas do conhecimento do núcleo profissionalizante, bem como correlacionar com seu dia a dia, o que me motivou a buscar a desenvolver a pesquisa aqui apresentada.

Nesse sentido, considerando diretamente a disciplina Estabilidade das Construções, existem conteúdos da ementa, como tensões normais, axiais,

cisalhamento e de flexão, análise estrutural e tipos de carregamentos, que são estudados com base em assuntos de física e matemática.

Cabe esclarecer que o estudo da Estabilidade das Construções serve de fundamento para que os estudantes do curso Técnico em Edificações possam compreender os fenômenos físicos ligados à estática das construções. No entanto, essa relação entre a Estabilidade das Construções e esses conteúdos às vezes não é contextualizada de forma significativa para o aluno.

Como bem coloca Sato (2014), os conceitos de física, como embasamento científico, devem estar presentes em todos os projetos, para que as estruturas venham a ter, simultaneamente, equilíbrio, segurança e beleza, como a ponte estaiada, a Torre Eiffel e outros edifícios, por exemplo. O autor reforça ainda a relevância desses conceitos serem considerados em qualquer construção - na simples parede de uma casa à edificação de uma plataforma de extração de petróleo.

Diante da importância de trabalhar os conteúdos de física e matemática em uma perspectiva investigativa e integrada com os alunos e buscando gerar conhecimento sobre o tema, qual seja, a exploração das atividades experimentais investigativas no ensino dos conteúdos da disciplina de Estabilidade das Construções, pautei a problemática da pesquisa na seguinte questão: **Como a experimentação investigativa pode auxiliar no ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções no Curso Técnico em Edificações?**

Gibin e Sousa Filho (2016) descrevem, sobre a experimentação no ensino, que, nas Ciências, ela tem como finalidade a produção científica, enquanto no Ensino de Ciência, tem perspectiva pedagógica, visto que os conceitos e ou procedimentos são desenvolvidos com os alunos. Assim, a experimentação investigativa como recurso pedagógico auxilia na construção do conhecimento e promove o desenvolvimento de habilidades, como criar hipóteses e coletar dados. Também favorece a mediação do conhecimento, feita por um professor questionador, que propõe desafios aos alunos durante a experimentação (MARCONDES, 2008).

Diante disso, como objetivo geral da pesquisa, busquei **analisar os**

**resultados as contribuições do desenvolvimento da experimentação investigativa no ensino dos conteúdos relacionados à disciplina Estabilidade das Construções com os alunos do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio.** E também estabeleci três objetivos específicos:

- **Identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conteúdos de física e matemática relacionados aos tópicos de Estabilidade das Construções;**
- **Desenvolver atividades de experimentação investigativa com os alunos do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio, considerando os conteúdos de Estabilidade das Construções;**
- **Verificar se os resultados obtidos durante a prática pedagógica apresentam indícios de que as atividades experimentais investigativas podem possibilitar um caminho diferenciado para o ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções.**

Os conteúdos da disciplina Estabilidade das Construções contribuem para a formação dos futuros técnicos em edificações, no entanto, os discentes não evidenciam interesse pela disciplina por não conseguirem visualizar a função prática dos conteúdos estudados e a sua finalidade no exercício da profissão. Portanto, considerando que um dos desafios do professor consiste em despertar o comprometimento do aluno com a disciplina, a forma de ensinar Estabilidade das Construções aos alunos necessita ser revista.

Dessa forma, é preciso que se faça uma revisão dos conteúdos e dos métodos de ensino, executando metodologias que permitam que o discente consiga fazer correlações entre o conhecimento alcançado e o seu cotidiano. Essa mudança exige inovação por parte do docente, de modo a despertar a dedicação dos alunos no estudo dos conteúdos da disciplina, conscientizando-os acerca da importância para sua formação como técnicos em edificações.

O desafio da docência, assim, consiste em pensar e repensar, analisar e renovar a metodologia e a didática que vêm sendo desenvolvidas no decorrer dos anos, o que exige um trabalho de aperfeiçoamento constante. É preciso muito



estudo para o desenvolvimento dessas competências profissionais; logo, cabe ao professor a procura permanente de capacitação e aperfeiçoamento profissional. Para atingir essas competências, são necessárias ações contínuas, como estudar, formar, aprofundar, buscar, pesquisar e se relacionar com outros profissionais, sempre buscando novos saberes (ALMEIDA, 2011).

No entanto, como já mencionei, apesar da importância dos conteúdos da disciplina, a abordagem dos conteúdos de Estabilidade das Construções no Curso Técnico em Edificações pouco tem contribuído para a construção significativa do conhecimento pelos alunos. Dessa forma, a proposta dessa disciplina para o ensino integrado ao ensino médio deve prever práticas transformadoras que proporcionem oportunidade, aos estudantes, de analisar, explicar, prever e intervir durante o processo. Isso com auxílio de outros campos do conhecimento, cada um com a sua especificidade, para desenvolver projetos de investigação ou de intervenções, sugerindo resoluções de problemas concretos para os alunos (UNESCO, 2013).

Nessa mesma perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular assinala para a necessidade de que, ao longo da Educação Básica, o aluno desenvolva as competências gerais, como o pensamento científico, crítico e criativo e a argumentação. Para que isso aconteça, cabe ao professor, articular o movimento da aprendizagem e desenvolver o conhecimento conceitual, procedimental e atitudinal dos alunos para a resolução de questões relacionadas ao seu dia a dia. Além disso, deve possibilitar que eles reflitam, imaginem, investiguem situações, produzam e testem hipóteses e, ainda, concebam soluções (BRASIL, 2018).

Uma maneira de desenvolver essas competências e habilidades é pela inserção do *Science, Technology, Engineering, Arts, e Mathematics* (STEAM) nas intervenções pedagógicas e nos currículos baseados na BNCC, trabalhando ao mesmo tempo com outras áreas do conhecimento e valorizando a investigação. Isso justamente para responder àquela pergunta frequente feita pelos alunos em sala de aula: “Por que precisamos aprender isso?”. Assim, na elaboração de projetos multidisciplinares, é fundamental buscar a promoção da aprendizagem, articulando os conceitos, os procedimentos e as atitudes correspondentes a cada uma das áreas envolvidas (BACICH, 2020).

O ensino de ciências, então, deve sofrer algumas mudanças, não visando apenas que o aluno adquira o conhecimento conceitual, mas também o atitudinal e o procedimental. Uma forma de trabalhar a construção desses conhecimentos pode ser a aplicação de atividades práticas como estratégia metodológica, pois essas, mais próximas do cotidiano do aluno, promovem a construção e a consolidação significativa de alguns conceitos. Para Pozo (2009), a proposição de problemas para os alunos leva-os a buscarem soluções, por meio de pequenas pesquisas ou de trabalhos práticos.

Com a utilização das atividades práticas, é possível contextualizar os conteúdos estudados, de forma que o aluno entenda que o saber não é apenas acúmulo de conhecimento técnico-científico, mas sim, um instrumento que o prepara para enfrentar e resolver os desafios e situações desconhecidas. Dessa forma, uma atividade prática elaborada em sala de aula pode se configurar como uma atividade experimental investigativa.

Assim, diante da importância de trabalhar os conteúdos de física e matemática na disciplina de Estabilidade das Construções, em uma abordagem diferenciada das praticadas, e buscando aplicar um método que possibilitasse ao aluno a construção do conhecimento a partir de situações concretas, desenvolvi atividades experimentais investigativas, as quais apresento nesta dissertação.

Segundo Massabni (2011), esse tipo de atividade propicia a construção do conhecimento, porque os alunos interagem com o fenômeno, revisam seus conceitos prévios e também analisam a própria prática, o que demanda a construção de novos saberes. Isso posto, entendo como justificado o desenvolvimento desta pesquisa sobre o uso de atividades experimentais investigativas no ensino dos conteúdos da disciplina de Estabilidade das Construções.

Nesse sentido, estruturei esta escrita em cinco capítulos - introdução, fundamentação teórica, procedimentos metodológicos, resultados e discussão, considerações finais -, mais os elementos pós-textuais (referências, apêndices e anexos). Posteriormente a esta introdução, na qual abordo o tema escolhido, a justificativa da escolha temática, a relevância das atividades experimentais investigativas no ensino e os objetivos geral e específicos, no segundo capítulo

apresento o referencial teórico usado para sustentar o desenvolvimento da pesquisa. No terceiro capítulo exponho os procedimentos metodológicos desenvolvidos durante a intervenção pedagógica e no quarto, descrevo os encontros com os alunos e analiso os dados obtidos. Por fim, no capítulo cinco, teço as considerações finais. Assim, no capítulo que segue, apresento a fundamentação teórica que sustenta este estudo.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A presente dissertação traz, para o ensino de Estabilidade das Construções, uma intervenção pedagógica centrada num tema pouco desenvolvido nessa área de conhecimento, qual seja, as atividades experimentais investigativas.

Assim, neste capítulo, primeiro apresento exemplos de atividades experimentais aplicadas no ensino e, em seguida, as relaciono com o ensino de ciências. Posteriormente, apresento o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) do Técnico em Edificações, a disciplina de Estabilidade das Construções, considerando sua origem, objetivos, conteúdos, ementa, e os conteúdos de física e matemática relacionados a ela. Por fim, exponho alguns conteúdos da disciplina que foram explorados nas atividades experimentais investigativas.

### **2.1 Atividades experimentais no ensino de Ciências**

A experimentação é um instrumento importante no processo de ensino de Ciências, porém, é necessário ter melhor entendimento com relação aos seus objetivos, pois há diferenças entre a que é desenvolvida na Ciência e a desenvolvida no ensino de Ciências (GIBIN; SOUZA FILHO, 2016). Segundo os autores, na Ciência a experimentação tem como finalidade a produção do conhecimento científico, enquanto “no ensino de Ciências [...] possui objetivos de natureza pedagógica, como aprendizado de conceitos ou de procedimentos pelos estudantes” (GIBIN; SOUZA FILHO, 2016, p. 18).

A falta desse tipo de atividades no ensino de Ciências vem sendo apontada

como uma preocupação entre os estudiosos da área nas últimas décadas. Conforme descreve Massabni (2011), essa inquietação teve início nos Estados Unidos da América, na década de 1950, com a introdução de algumas atividades práticas em suas propostas curriculares, principalmente com uma perspectiva experimental. No Brasil, até a década de 1950 predominava o ensino conteudista e somente entre os anos 1960 a 1970 que algumas propostas de ações foram implantadas, no país, pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBEEC).

Esse período da história foi marcado por grandes mudanças no cenário mundial, impulsionadas pela industrialização e pelo desenvolvimento tecnológico e científico em consequência da pós-segunda guerra mundial. Sobretudo, a projeção do satélite Sputnik, pela Rússia, em 1957, é apontada “como causa para o desenvolvimento desses projetos, pois os EUA tinham interesse de formar novos cientistas” (GALIAZZI, 2001, p. 253).

Os projetos de ensino experimental, então, consistiram em uma inovação nas escolas, pois a metodologia de ensino, que era centrada em aulas expositivas e no uso de livros textos, passou a contemplar atividades práticas, mais estimulantes e eficazes do que as demonstrações feitas até então no ensino de Ciências, segundo Galiazzi (2001).

Dessa forma, diante do panorama da época, houve a necessidade de alteração curricular, com objetivo de formar uma geração de cientistas e proporcionar, aos países, condições de participarem desse novo cenário socioeconômico mundial. Conforme descreve Massabni (2011, p. 836):

Estes projetos se caracterizam por ver a escola e a sala de aula como espaço onde se produz (faz) Ciências, e as atividades práticas eram compreendidas como viabilizadoras da aprendizagem por descoberta, em que, pela indução, se supunha que o aluno chegaria ao conhecimento científico. O objetivo era facilitar a aprendizagem e aumentar interesse por Ciências, concebendo os alunos como pequenos cientistas (MASSABNI, 2011, p. 836).

Considerando o exposto, os projetos proporcionam um ensino embasado na descoberta e levam o aluno a aprender a redescobrir o conhecimento, instigado pelas atividades práticas no ambiente escolar. Galiazzi (2001) confirma que, a partir de 1960, houve um impulsionamento no progresso das atividades experimentais no ensino, por meio de alguns projetos de ensino nos EUA que, posteriormente, foram

disseminados no Brasil, como o CHEMS (*Chemical Educational Material Study*) e o CBA (*Chemical Bond Approach Project*):

O CHEMS, por exemplo, foi elaborado por eminentes cientistas de vários campos da Química e por professores de ensino secundário. Durante sua realização, o livro foi sendo testado e reavaliado, abrangendo seu uso a aproximadamente 45.000 estudantes. Da mesma forma, o CBA preparou edições experimentais do texto e do guia de laboratório que foram utilizadas de 200 professores e 10.000 estudantes. Cientistas de renome revisaram o trabalho, emitindo uma análise crítica. No Brasil, esses e outros projetos como IPS (*Introductory Physical Science*) e o *Nuffield* foram traduzidos e divulgados. Não há como negar sua qualidade técnica. Acreditamos que muitas das crenças dos professores sobre a importância das atividades experimentais estavam expressas nesses projetos e foram por eles difundida (GALIAZZI, 2001, p. 252).

Em sua pesquisa sobre a experimentação no ensino de Ciências, Galiuzzi (2001, p. 250) relata: “nossa vivência nas escolas, no entanto, nos mostra que as atividades experimentais são pouco frequentes, embora permaneça a crença dos professores de que, por meio delas, pode se transformar o ensino de Ciências”.

Uma observação importante feita por Massabni (2011) na sua pesquisa em Ensino de Ciências é que a utilização de atividades experimentais que envolvem a resolução de problema proporciona a aplicação de outra vertente para a solução, qual seja, o uso de atividades práticas. Ainda segundo Massabni (2011, p. 837): “No Brasil, as atividades práticas são consideradas uma forma de favorecer a consecução dos objetivos propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino de Ciências”.

Nesse sentido, a autora relata que os PCN de Ciências Naturais orientam que o ensino deve proporcionar oportunidade de o aluno investigar, comunicar e também debater situações propostas, por meio da observação e da experimentação, estabelecendo relações entre os fenômenos estudados e o contexto apresentado. A observação e a experimentação são apontadas, pelos PCN, “como estratégias didáticas que auxiliam na obtenção de informação, as quais devem contemplar fontes variadas, como a leitura de textos informativos e projetos desenvolvidos preferencialmente em um contexto de problematização (MASSABNI, 2011, p. 837).

Franco e Mundorf (2018), ao analisarem as mudanças nos conteúdos da área Ciências da Natureza na terceira e atual versão da BNCC, observam que ela descarta a importância dos eixos estruturados que integram o conhecimento

científico, tornando o ensino fragmentado e valorizando o ensino tradicional, norteado pelo eixo conceitual. Assim, proporciona um currículo que permite a utilização de lista de conteúdos na organização da prática do docente, deixando de lado o que antes era considerado relevante, como a contextualização do conhecimento, as práticas investigativas e a linguagem da ciência.

As práticas experimentais no ensino de Ciências contribuem para motivar os alunos e estimular sua atenção. Para Oliveira (2010, p.141), “a motivação é, sem dúvida, uma contribuição importante, sobretudo na tentativa de despertar a atenção de alunos mais dispersos na aula, envolvendo-os com uma atividade que lhes estimule a querer compreender os conteúdos da disciplina”.

Considero ainda importante acrescentar outros enfoques a respeito das atividades experimentais, abordados por alguns estudiosos: Araújo e Abib (2003) e Oliveira (2010) as classificam, considerando três tipos de abordagens ou modalidades, quais sejam, atividade de demonstração/observação, de verificação e de investigação; Bassoli (2014) especifica quatro modalidades - demonstrativas práticas, experimentos ilustrativos, experimentos descritivos e experimentos investigativos; e Rosito (2003) menciona diferentes concepções a respeito das atividades experimentais, apresentando-as como demonstrativas, empiristas-indutivistas, dedutivistas-racionalistas e construtivistas.

Nesta pesquisa, utilizei a abordagem descrita por Araújo e Abib (2003), dentro de uma proposta de atividade experimental na modalidade de demonstração/observação aberta. Os autores ressaltam que a atividade demonstração/observação, permite “ilustrar aspectos dos fenômenos físicos abordados, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de proporcionar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.181).

As atividades experimentais podem seguir duas propostas metodológicas bem diferentes, sendo assim reclassificadas como Demonstrações Fechadas e Demonstrações/Observações Abertas. As que apresentam abordagem demonstrativa fechada, para Marcondes(2013), caracterizam-se como tradicionais, visto que envolvem experimentos que proporcionam demonstração, ilustração,

verificação e comprovação de teorias. Dessa forma, não motivam nem estimulam o aluno a raciocinar e a compartilhar ideias com os colegas durante o experimento. O autor também salienta que esse tipo de experimento não possibilita a formulação de hipóteses e a elaboração de conclusões durante a atividade experimental. Araújo e Abib (2003, p.181-182) consideram que as atividades experimentais, como demonstrações fechadas, apresentam características de “[...] simples ilustração de um determinado fenômeno físico, sendo uma atividade centrada no professor [...]”.

Já as atividades classificadas como demonstrações/observações abertas proporcionam alguns pontos de abertura durante o procedimento, ou seja, “uma maior abertura e flexibilidade para discussões que podem permitir um aprofundamento nos aspectos conceituais e práticos relacionados com os equipamentos, a possibilidade de se levantar hipóteses e o incentivo à reflexão crítica” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 82). Portanto, os autores inseriram esse tipo de atividades no grupo de investigação, por apresentarem particularidades inerentes às atividades experimentais investigativas.

Ainda segundo Araújo e Abib (2003) as atividades experimentais podem ser classificadas como Atividades de Verificação, quando são calculados parâmetros e são comparados métodos experimentais, por meio da verificação de um assunto (conceito/fenômeno/processo). Nas palavras de Araújo e Abib (2003, p.183): “As atividades de verificação são caracterizadas por uma maneira de se conduzir a atividade experimental na qual se busca a verificação da validade de alguma lei da física, ou mesmo de seus limites de validade”.

Sendo assim, apesar de apresentarem algumas limitações devido às suas próprias características, conforme a condução do professor, essas atividades podem possibilitar que o aluno assuma um papel ativo na construção do conhecimento e desenvolva um aprendizado significativo. Também estimulam o aluno a refletir e a levantar perguntas de questionamento acerca das conclusões de validades dos fenômenos físicos (ARAÚJO; ABIB, 2013).

Conforme descreve Zanon (2007), as atividades experimentais investigativas devem ser desenvolvidas com a participação do professor, que deve orientar os alunos durante a atividade, tendo como disparador ou motivador questões



investigativas, que tenham relação com o seu cotidiano e com situações problemas reais e desafiadoras. Desse modo, as atividades que apresentam, em algum momento de sua prática, uma perspectiva investigativa e que, ao mesmo tempo, proporcionam ao aluno a interação, a dedução, priorizando sua atuação e também a execução das atividades, são classificadas como uma categoria de investigação (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Nesse aspecto, os autores ainda explicam que essas práticas apresentam elementos com abordagem construtivista:

[...] o próprio caráter de investigação das mesmas pode ser considerado como um elemento facilitador para uma abordagem que seja centrada nos aspectos cognitivos do processo de ensino-aprendizagem, intrínsecos de uma metodologia que busca uma transformação mais profunda nos estudantes [...] (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 186).

Diante disso, a prática investigativa diverge das atividades experimentais mais simples e fechadas (de demonstração e verificação), cujo enfoque é considerado tradicional (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Sobre as concepções básicas do construtivismo, Borges (2002, p. 303) destaca “que o aluno constrói seu próprio conhecimento através da ação [...] que os processos educacionais devem respeitar e favorecer a atividade do estudante e que esta deve ser o centro do processo de aprendizagem”. Por apresentarem caráter construtivista, as atividades experimentais investigativas possibilitam ao professor assumir uma função de mediador durante ações no desenvolvimento de ensino. Marcondes e Suart (2008, p. 04) reforçam ainda que:

A partir das características apresentadas, percebe-se, na abordagem construtivista, que apesar de o aluno ser o agente responsável pela construção do conhecimento, o papel do professor é de extrema importância para intermediar essa construção, uma vez que muitos alunos precisam desta intervenção para alcançar respostas adequadas para as situações problemas.

A experimentação com abordagem investigativa constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção do conhecimento, promovendo aprendizagem de habilidades, por parte dos alunos, tais como elaboração de hipóteses e coleta de dados. Para melhor compreensão das ações propostas durante uma atividade experimental investigativa, Marcondes (2008, p. 27) descreve que:

[...] os alunos participam da resolução de um problema proposto pelo professor ou por eles mesmos, elaboram hipóteses, coletam dados e os analisam; elaboram conclusões e comunicam os seus resultados com os colegas. O professor se torna um questionador, conduzindo perguntas e propondo desafios aos alunos para que estes possam levantar suas próprias hipóteses e propor possíveis soluções para o problema.

A importância do uso das atividades práticas como instrumento no processo de aprendizagem é ressaltada também por Moreira (2017, p. 104), quando afirma que “outra implicação imediata da teoria de Piaget para o ensino é a de que ele deve ser acompanhado de ações e demonstrações e, sempre que possível, deve dar aos alunos a oportunidade de agir (trabalho prático)”.

Os trabalhos práticos precisam estar bem planejados e organizados para que o aluno perceba sua finalidade e, ao mesmo tempo, os relacione com o conteúdo a ser estudado. Diante disso, desenvolvo, nesta pesquisa, uma proposta de intervenção pedagógica por meio de atividades experimentais investigativas, as quais apresento a seguir.

## **2.2 Atividades experimentais investigativas no ensino de ciências**

Uma tendência na educação nos Estados Unidos, o ensino por investigação, também conhecido por “*inquiry*”, teve seu início em meados do século XIX, recebendo influência dos ideais do filósofo Dewey, segundo Zompero e Laburu (2011). John Dewey, cujas ideias somente eclodiram a partir da década de 1970, devido à influência cognitivista em ascensão no ensino, naquele período, foi um renomado estudioso que apoiava a educação progressiva.

Na atualidade, o ensino com perspectiva investigativa vem sendo aplicado nos países da Europa e nos Estados Unidos, mas, no Brasil, de acordo com Zompero e Laburu (2016), tem pouca representação significativa.

Sobre o enfoque do *inquiry* nas práticas pedagógicas, segundo os autores, ele pode proporcionar, no processo de aprendizagem do aluno, “o raciocínio e as habilidades cognitivas, como também a cooperação entre os estudantes” (ZOMPERO; LABURU, 2016, p. 13). Os autores ainda apresentam o *inquiry* como ensino por descoberta, aprendizagem por projetos, questionamentos e resolução de problemas.

Carvalho (2019) salienta a importância de sugerir, em sala de aula, atividades de resolução de problemas, considerando sua relação com a construção do conhecimento. Durante o desenvolvimento da solução do problema proposto, o aluno é estimulado a raciocinar e a construir seu próprio conhecimento, tornando-se propulsor do pensamento. O docente, portanto, deixa de ensinar na modalidade de aula expositiva e assume o papel de orientador na busca da construção do novo conhecimento.

Nesse mesmo sentido, ao abordar as atuais propostas a respeito da renovação na educação científica, Gil-Pérez (2012, p. 228) descreve que:

Na realidade, as atuais propostas apoiam-se num avanço fundamental: assumem os resultados da investigação educativa no que respeita à necessidade de substituir as estratégias de transmissão-recepção por outra que oriente a aprendizagem como uma tarefa de pesquisa ou investigação orientada, que favorece a participação dos estudantes na (re) construção dos conhecimentos.

Para Moran (2013), a construção do caminho do conhecimento se faz por meio de ações conjuntas entre o professor e o aluno, sempre levando em consideração, no desenvolvimento do processo, a utilização da investigação e da pesquisa. Também menciona como deve ser a postura do aluno na produção do conhecimento: “o aluno precisa ultrapassar o papel de passivo, de escutar, ler, decorar e de repetidor fiel dos ensinamentos do professor e tornar-se criativo, crítico, pesquisador e atuante, para produzir conhecimento” (MORAN, 2013, p. 77).

Ainda devem ser consideradas, como ponto de partida no processo da busca do conhecimento, as concepções prévias do aluno. A esse respeito, Carvalho (2019, p. 2) destaca:

Este fato é um princípio geral de todas as teorias construtivistas e revolucionou o planejamento do ensino, uma vez que não é possível iniciar nenhuma aula, nenhum novo tópico, sem procurar saber o que os alunos já conhecem ou como eles entendem as propostas realizadas (CARVALHO, 2019, p. 2).

Com os resultados desse levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, é possível alcançar várias questões a serem trabalhadas. Para Sasseron (2015), o ensino por investigação não pode se restringir a apenas um tema ou conteúdo, devendo ser aplicado sob diversas formas e com diferentes conteúdos, em distintas aulas. Quanto à atuação do docente, a autora descreve que a

## metodologia do ensino investigativo

[...] denota a intenção do professor em possibilitar o papel ativo de seu aluno na construção de entendimento sobre os conhecimentos científicos. Por esse motivo, caracteriza-se por ser uma forma de trabalho que o professor utiliza na intenção de fazer com a turma se engaje com as discussões e, ao mesmo tempo em que travam contato com fenômenos naturais, pela busca de resolução de um problema, exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizadas na prática científica (SASSERON, 2015, p. 58).

Sobre o engajamento dos estudantes, Zompero e Laburu (2016) afirmam que, se eles estiverem envolvidos no processo durante o desenvolvimento da atividade investigativa, seu estado intelectual permanecerá ativado. Portanto, para estimular o comprometimento dos alunos, a proposta da resolução do problema deve ser significativa para a turma.

Na concepção de Azevedo (2013), para uma atividade de investigação ser considerada como tal, ela não pode limitar as ações do aluno à observação ou manipulação. Além disso, precisa requerer métodos de trabalho científico e proporcionar, ao estudante, momentos de reflexão, discussão, explicação e exposição, os quais resultarão em trabalho com características de uma investigação científica. Uma das propostas dessa prática pedagógica é tornar o aluno protagonista do conhecimento, permitindo que observe, realize experiências, levante hipóteses, formule perguntas e indague respostas que não seriam pensadas tão facilmente pelo senso comum.

Zompero e Laburu (2016, p. 31), ao analisarem se cabe ao professor sugerir perguntas, relatam que “há um consenso entre os pesquisadores dessa linha de estudo, de que as atividades investigativas devem partir da apresentação de um problema, que pode ser elaborado pelo aluno ou pelo professor”. Quando o discente é provocado com propostas de situações-problemas em sala de aula, ele precisa conceber várias conjecturas para produzir soluções, conforme descrevem Bianchini e Zualiani (2009, p. 3, grifo pelo autor):

A atividade central da aula experimental através da investigação é a *elaboração de hipóteses* para explicar os fenômenos observados utilizando os pré-requisitos que os alunos já possuem. Esta é uma etapa muito importante, pois com o surgimento de hipóteses, as discussões são iniciadas e o professor é o mediador. Os grupos podem elaborar diferentes hipóteses e, ao apresentá-las, também estão exercitando o trabalho de argumentação. Isto poderá ser capaz de gerar atitudes críticas mais acuradas, e também favorecer o trabalho em grupo, que é de extrema

importância para vida em sociedade.

A exploração da atividade investigativa pode proporcionar oportunidade de interação entre o docente e o discente nos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que ambos refletem, perguntam e discutem as hipóteses. Sobre a ação de perguntar durante a atividade, Gadotti (2004, p. 97) afirma que: “O ato de perguntar está ligado ao ato de existir, de ser, de estudar, de pesquisar, de conhecer.” Também o cientista e poeta, Bachelard (1996, p. 18), considera que o conhecimento científico provém de uma pergunta: “Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico”.

Desse modo, o questionar, o indagar tem importância relevante, visto que todo novo conhecimento é resultado de uma pergunta. Nessa busca de conhecimento possibilitando momentos de diálogos, surge a filosofia da ciência aberta, definida por Bachelard (1996), segundo a qual as teorias podem ser modificadas e as verdades não são acabadas. Cabe, então, estabelecer uma relação com as atividades experimentais investigativas, pois, segundo Bianchini e Zualiani (2009, p. 3), “com a prática investigativa, os alunos aprenderão que perguntas e problemas têm mais de uma solução ou resposta correta, e que estas soluções podem ser provisórias e necessitar de alterações, que serão obtidas a partir de novas investigações”.

Para seguir na construção da estrutura do conhecimento, após a definição do problema e das perguntas, é necessário avançar na sequência do ensino para um momento que Carvalho (2019, p. 3) descreve como “o entendimento da necessidade *da passagem da ação manipulativa para ação intelectual* na construção do conhecimento”. A autora aborda a importância de iniciar atividades manipulativas, sendo necessário inserir um experimento, um jogo ou até mesmo um texto, com objetivo de propiciar ao aluno a construção do conceito. Essa etapa da transição da ação manipulativa para a construção intelectual “deve ser feita, agora com ajuda do professor, quando este leva ao aluno, por meio de uma série de pequenas questões a *tomar consciência* de como o problema foi resolvido e porque deu certo, ou seja, a partir de suas próprias ações” (CARVALHO, 2019, p. 3).

Assim, com base nas ideias de Carvalho (2019), é possível afirmar que essa etapa de passagem é bastante complexa para os sujeitos envolvidos no processo de

elaboração do conhecimento (professor e aluno), visto que acontece mediante uma tomada de consciência. Ou seja, durante a transição, cabe ao professor analisar a condução intelectual do aluno perante a questão ou problema proposto, sistematizar as suas ideias e também fazer pequenas exposições que podem ser apresentadas durante o processo. Carvalho (2019, p. 3) destaca ainda que:

É nesta etapa da aula que o professor precisa, ele mesmo, tomar consciência da importância do erro na construção de novos conhecimentos. Essa também é uma condição piagetiana. É muito difícil um aluno acertar de primeira, é preciso dar tempo para ele pensar, refazer a pergunta, deixá-lo errar, refletir sobre seu erro e depois tentar um acerto. O erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio.

Sobre essa questão, Oliveira (2010) enfatiza que as atividades experimentais no ensino de ciências possibilitam a identificação e a revisão de erros conceituais. Segundo a autora, quando erra, o aluno expõe suas ideias, o que permite que o professor as entenda melhor e busque compreender o raciocínio que levou ao erro, questionando sobre os procedimentos adotados na resolução do problema.

Quando o professor desafia o aluno a questionar as suas ideias, podem surgir novos conhecimentos, pois o confronto conduz à análise do erro, o que possibilita sua compreensão. Nesse momento, o docente pode retomar os conceitos inadequados na concepção do aluno (OLIVEIRA, 2010).

Ainda sobre o erro como fator importante na aprendizagem, cabe destacar as afirmações de Moreira (2017, p. 55): “É normal errar. O conhecimento científico, por exemplo, progride corrigindo teorias erradas que, em dado momento, são bem aceitas e podem ter muitas aplicações. Incentivar os alunos a serem detectores de erros, a buscarem outras explicações”. Ou seja, o erro possibilita que o aluno pense, reflita e descubra outras possibilidades para a resolução do problema.

Dentro de uma proposta de atividades experimentais investigativas, uma das etapas do processo consiste em o aluno levantar hipóteses para resolução do problema. Carvalho (2019) relata que as ações manipulativas durante o ensino investigativo promovem condições para o aluno criar hipóteses, ou seja, ideias para resolução do problema. Assim, quando dessas conjecturas decorrem resultados corretos, comprovados experimentalmente nas atividades, ocorre a construção do

conhecimento. Mas, nas palavras da autora, “as hipóteses que quando testadas não deram certo também são importantes nessa construção, pois é a partir do erro – o que não deu certo – que os alunos têm confiança no que é certo, eliminando as variáveis que não interferem na resolução do problema” (CARVALHO, 2019, p. 11).

Nesse sentido, Gibin e Souza Filho (2016, p. 37) ressaltam a importância dos processos e do erro nas atividades experimentais investigativas:

[...] podemos considerar que nas atividades experimentais investigativas, o importante não é o resultado, mas sim, o processo. O erro se constitui numa etapa de reorganização do saber, é sempre um estágio de aprendizagem e o professor deve explorar esse “momento privilegiado” para investigar as concepções que os alunos apresentam, pois certamente deve haver uma lógica no pensamento do aprendiz, que talvez nem o próprio professor parou para analisar. O importante é esse “pensamento ativo” que torna o ser humano uma pessoa (particularmente o aluno) mais crítico.

Além disso, as atividades investigativas proporcionam melhora na interação entre os conhecimentos teóricos e/ou procedimentais, bem como propiciam momentos para o estudante levantar previsões, exercitar a observação e a explicação (GIBIN; SOUZA FILHO, 2016).

Referente à elaboração de conclusões e dos resultados de uma atividade experimental investigativa, os autores descrevem que:

Em resumo, a elaboração e a realização de testes de hipóteses, a proposição de procedimentos experimentais, a elaboração de conclusões e a comunicação dos resultados são aspectos centrais na realização de uma atividade experimental investigativa. Nesse sentido, essa proposta dá mais liberdade aos estudantes, em relação às atividades tradicionais, nas quais eles devem somente seguir as etapas descritas no procedimento experimental (GIBIN; SOUZA FILHO, 2016, p. 28).

As atividades de laboratório que possibilitam graus de liberdade (QUADRO 1) para os alunos, em suas realizações, segundo Borges (2002), têm uma perspectiva de investigação ou de problemas abertos, que permitem ao estudante achar soluções sem ter que seguir um roteiro pronto, uma orientação do professor ou a aplicação direta de fórmula. O autor ainda relata que, nas atividades experimentais investigativas, a solução exata pode não chegar a ser conhecida e sequer existir. De acordo com Borges (2002, p. 303), para resolver um problema, “[...] tem-se que fazer idealizações e aproximações. Diferentemente, um exercício é uma situação perturbadora ou incompleta, mas pode ser resolvida com base no conhecimento de quem é chamado a resolvê-lo”.

Sendo assim, em relação à estrutura das aulas em que o ensino investigativo é realizado em laboratório, Borges (2002) descreve distintas condições de investigação, conforme o Quadro 1. No nível 0, o professor apresenta o problema, as metodologias experimentais e as conclusões, cabendo ao estudante, pela coleta de dados, comprovar ou não as conclusões. No nível 01, os problemas e os procedimentos experimentais são definidos pelo professor, por meio de um roteiro, e o aluno é responsável pelas conclusões. No nível 02, apenas a situação-problema é proposta para os alunos, sendo que tanto a elaboração dos procedimentos experimentais, como a coleta de dados e as medições, como as conclusões, devem partir deles. Por fim, em uma atividade investigativa de nível 03, o mais aberto de investigação, o aluno tem autonomia no desenvolvimento de todas as etapas, desde a elaboração do problema até os procedimentos experimentais e as conclusões.

Quadro 1 - Níveis de investigação em Atividades Experimentais Investigativas

Nível de Investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados	Dados	Dadas
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: Borges (2002, p. 306).

Analisando os níveis de investigação, é possível observar que a atividade do primeiro nível tem características tradicionais, visto que o professor apresenta os problemas, os procedimentos e as conclusões. Como afirmam Gibin e Souza Filho (2016, p. 33): “Assim, na atividade tradicional, existe um roteiro predefinido e os estudantes apresentam um grau muito restrito de abertura, ou seja, não possuem opções para a realização do procedimento experimental, se não seguir o roteiro”. Em contrapartida, o último nível permite diversos graus de abertura, ou seja:

[...] em uma investigação aberta, cabe ao estudante toda a solução, desde a percepção e geração do problema; sua formulação em uma forma suscetível de investigação; o planejamento do curso de suas ações; a escolha dos procedimentos, a seleção dos equipamentos e materiais, a preparação da montagem experimental, a realização de medidas e observações necessárias; o registro dos dados em tabelas e gráficos; a interpretação dos resultados e enumerações das conclusões (BORGES, 2002, p. 304).

Conforme esse pressuposto, as atividades experimentais investigativas propõem ao aluno, como protagonista de todas as etapas do experimento, maior



engajamento durante a realização das atividades, com objetivo de explorar fenômenos e assumir responsabilidade na investigação.

Isso posto, em seguida descrevo o que consta no Projeto Pedagógico Curricular do curso Técnico em Edificações a respeito da importância da integração das disciplinas técnicas com as do ensino médio e também das atividades de experimentação.

### **2.3 Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio**

Na elaboração do Projeto Pedagógico do Curso profissionalizante, é necessário, segundo Moura (2007), que a organização curricular do ensino médio integrado ao ensino profissionalizante técnico contemple o conhecimento científico e tecnológico e, ao mesmo tempo, articule uma interação permanente com os quatro núcleos: o núcleo comum, formado pelas três áreas do conhecimento do ensino médio; uma parte diversificada, que compõe disciplinas voltadas ao mundo do trabalho e do conhecimento acadêmico; a área profissionalizante, que integra as disciplinas específicas de cada curso; e o núcleo da prática profissional.

Nesse sentido, Moura (2007, p. 27) classifica essa forma de organização do currículo como “[...] uma didatização, pois os núcleos estão inter-relacionados e em constante diálogo proporcionado pelo desenvolvimento de projetos interdisciplinares ou outras metodologias que estimulem o diálogo entre as disciplinas que os compõem”.

Assim, o Projeto Pedagógico do Curso, reformulado em 2014, menciona a importância da integração das disciplinas do ensino médio e do curso técnico, conforme descreve o documento:

A integração da disciplina de formação profissional, de forma inter e transdisciplinar, orienta a construção de um aprendizado para a aplicação de bases conceituais gerais com fundamentos específicos, assim favorece ao desenvolvimento pleno dos sujeitos pela aplicação de bases tecnológicas e científicas de formação técnica (IFRO, 2014, p. 16).

Nesse mesmo PPC (2014), é exposto que a organização curricular para Habilitação de Técnico em Edificações deve proporcionar aos alunos, durante os

processos de ensino e aprendizagem do curso, o desenvolvimento das capacidades profissionais, bem como estimular a busca de soluções nos ambientes de ensino e, conseqüentemente, a autonomia e a capacidade de alcançar os objetivos de aprendizagem.

Além disso, propõe que o aluno se posicione no centro do ensino, como agente no processo, promovendo o desenvolvimento de projetos, de atividades científicas-culturais e de processos dialógicos de formação. E que o ensino e a aprendizagem sejam construídos a partir de atividades de aplicação de conceitos e não pela simples transmissão de conteúdos, com reprodução de conhecimento. O PPC ainda apresenta algumas estratégias para essa construção, conforme mostra o excerto:

É prioritário estabelecer a relação entre a teoria e a prática. O processo de ensino e aprendizagem, portanto, deve prever estratégias e momentos de aplicação de conceitos em experiências (pesquisas, testes, aplicações) que preparem os alunos para o exercício de sua profissão. Isso não ocorrerá apenas com o desenvolvimento do estágio ou com o alternativo trabalho de conclusão de curso; serão realizadas atividades contextualizadas e de experimentação prática ao longo de todo o processo de formação (IFRO, 2014, p. 17).

Caracterizada a relevância da integração entre as disciplinas técnicas e as do ensino médio e do desenvolvimento de atividades contextualizadas e de experimentação prática durante o curso, em seguida, apresento os conteúdos da disciplina de Estabilidade das Construções, bem como os conceitos de física e matemática relacionados a eles.

## **2.4 Conteúdos da disciplina estabilidade das construções**

De acordo com a reformulação do Projeto Pedagógico Curricular, o nome da disciplina Resistência dos Materiais foi alterado para Estabilidade das Construções, conseqüentemente, alguns conteúdos da ementa foram modificados, contemplando estudos aplicados na construção civil. Cabe destacar que, em alguns cursos para formação de técnico em edificações, a disciplina permanece como Resistência dos Materiais.

Mesmo com as alterações de alguns conteúdos da disciplina Estabilidade das Construções no Projeto Pedagógico Curricular, os alunos são submetidos a muitos

conceitos abstratos, como centro de gravidade, momento de inércia, tensão, equilíbrio de corpos, peso específico, força cortante, momento fletor, flambagem, entre outros. Esses exemplos reforçam a ideia da abstração nas disciplinas de Estabilidade das Construções e Resistência dos Materiais, que desafia os docentes a buscarem novas práticas para trabalhar esses conceitos com os alunos.

Segundo Botelho (2013), os primeiros estudos sobre Resistência dos Materiais são atribuídos ao físico, matemático, astrônomo e filósofo Galileu Galilei. Antes de seus estudos, as práticas de construir seguiam o método de repetição de experiências, ou seja, o mestre, por meio de ensino verbal, orientava os discípulos.

Nesse mesmo sentido, Hibbeler (2010) aponta que, no século XVII, Galileu Galilei deu início aos estudos de Resistência dos Materiais a partir de experimentos com o uso de hastes e vigas compostas de diversos tipos de materiais. Aplicando cargas sobre essas estruturas, buscava verificar os efeitos provocados pelas cargas em relação às propriedades mecânicas dos materiais.

No século XVIII, cientistas como Saint-Venant, Poisson, Lamé e Navier desenvolveram novos estudos experimentais e teóricos, que, fundamentados em aplicações da mecânica dos corpos, foram então denominados como Resistência dos Materiais. Segundo Pinheiro (2016, p. 6, grifo meu), a Resistência dos Materiais:

[...] estuda as propriedades mecânicas dos elementos sólidos reais, com o objetivo de determinar as tensões e deformações que ocorrerão nos elementos estruturais. A resistência dos materiais é uma **ciência** baseada em constatações obtidas em **ensaios experimentais** e a partir de **análises matemáticas** de **fenômenos físicos** relacionados ao **equilíbrio de corpos**. A Resistência dos Materiais é parte constituinte do estudo da **estabilidade das estruturas**. Uma estrutura é composta de seus elementos constituintes, cujas formas e características mecânicas, químicas e estéticas dependem de aspectos como funcionalidade e estética, que são as bases da concepção estrutural. Toda estrutura está sujeita a ações externas, que irão gerar esforços internos solicitantes durante sua vida útil.

Portanto, a disciplina de Resistência dos Materiais possibilita o estudo do comportamento do elemento estrutural após aplicação de forças (cargas) nas estruturas, mostrando possíveis resultados de deformações nos elementos estruturais (pilares, vigas e lajes). Desse modo, a partir de análises matemáticas e da análise de fenômenos físicos produzidos no sistema estrutural, quando lançado sobre ele as cargas, é projetado o formato (dimensões) desses elementos e o consequente rebatimento nos contornos arquitetônicos da edificação (PINHEIRO,

2016).

Conforme o PPC (2014), a disciplina Estabilidade das Construções possui carga horária de 120 horas, distribuídas em três aulas semanais. Na Figura 1, apresento o objetivo geral, os objetivos específicos e a ementa dos conteúdos estudados na disciplina:

Figura 1 - Plano da disciplina Estabilidade das Construções

PLANO DE DISCIPLINA					
CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO					
<b>Disciplina</b>	Estabilidade das Construções				
<b>Núcleo</b>	Profissionalizante	<b>Ano</b>	2º	<b>Carga Horária</b>	120
<b>Objetivo geral</b>					
Aplicar esforços solicitantes para análise das tensões e dos deslocamentos em sistemas estruturais.					
<b>Objetivos específicos</b>					
a) Discutir os conhecimentos de resistência dos materiais e dos princípios fundamentais dos sistemas estruturais.					
b) Proporcionar ao estudante o domínio da resistência dos materiais no que diz respeito aos fundamentos da análise de tensões e do dimensionamento de estruturas.					
<b>Ementa</b>					
Aplicação às estruturas: deformação estrutural. Diagrama de tensão de deformação. Tensões normais, axiais, cisalhantes e de flexão. Análise estrutural. Elementos estruturais: lajes, vigas, pilares, fundações. Tipos e simbologias. Tipos de carregamentos. Concentrados e distribuídos. Reação de apoio em vigas e lajes. Esforço cortante e momento fletor em uma viga isostática. Noções de dimensionamentos de lajes, vigas e pilares quanto a flexão, cisalhamento e torção.					

Fonte: IFRO – PPC (2014).

Ainda conforme o PPC, a disciplina aborda estudos que envolvem a determinação de tensões e dos deslocamentos nos sistemas estruturais e, consequentemente, as forças atuantes sobre o corpo (estrutura) e o comportamento do material sobre o efeito do carregamento (aplicação de força). Portanto, o princípio da Estática desempenha uma função importante no desenvolvimento e na aplicação dos estudos de Resistência dos Materiais, tendo em vista a relevância da compreensão dos seus fundamentos para uma análise dos sistemas estruturais.

No Quadro 2, correlaciono os conteúdos da disciplina Estabilidade das Construções e conceitos de matemática e física, pois, para o aluno obter êxito nos estudos, esses conceitos precisam ser trabalhados. Apesar disso, nas aulas de Estabilidade das Construções, de acordo com minha experiência como docente, não está sendo proporcionado ao aluno conceber a relevância desses conteúdos, e sim, a aplicação de fórmulas nas resoluções das questões desenvolvidas.

Quadro 2 – Relação entre os conceitos de física e matemática e os conteúdos da Disciplina de Estabilidade das Construções

<b>Estabilidade das Construções</b>	<b>Conteúdos de Física</b>	<b>Conteúdos de Matemática</b>
Aplicação às estruturas: deformação estrutural	- Lei de Hooke	- Medidas de superfície - Medidas de massa
Diagrama de tensão de deformação	- Lei de Hooke	- Transformações de unidades de medidas.
Tensões normais, axiais, cisalhantes e de flexão	- Características geométricas das seções transversais planas: Centro de gravidade, Momento estático e Momento de inércia - Tensões atuantes: Tensão normal (esforço normal), tensões de cisalhamento e tensão normal (momento fletor) - Tensão admissível	- Razões Trigonométricas. Geometria plana. - Ângulos. - Transformações de unidades de medidas.
Reação de apoio em vigas e lajes	- Sistemas de força - Momento de uma força (torque) - Equilíbrio dos corpos rígidos - Centro de gravidade	- Razões Trigonométricas - Ângulos - Transformações de unidades de medidas
Esforço cortante e momento fletor em uma viga isostática	- Terceira lei de Newton - Sistemas de força - Momento de uma força (torque) - Equilíbrio dos corpos rígidos	- Razões Trigonométricas - Ângulos - Transformações de unidades de medidas
Análise estrutural Tipos de carregamentos: concentrados e distribuídos	- Peso específico - Pressão - Peso por área - Densidade - Peso Linear - Notação Científica	- Medidas de volume - Medidas de superfície - Medidas de capacidade - Medidas de massa - Medidas de comprimento

Fonte: Do autor (2020).

Sendo assim, fica clara a necessidade de serem estudados, na disciplina Estabilidade das Construções, mais especificamente nos conteúdos de Análise Estrutural e Tipos de Carregamento, assuntos de matemática - medidas de volume, superfície, massa e comprimento e transformação de unidade de medidas - e de física - conceitos de peso, pressão, densidade.

Na sequência, apresento os conteúdos destacados.

### **2.4.1 Análise estrutural**

Dentre os conteúdos da ementa da disciplina Estabilidade das Construções está a Análise Estrutural (vigas, pilares ou lajes), visto que, para a elaboração de um projeto estrutural, na construção civil, são necessários estudos da mecânica dos sólidos, os quais estão incluídos na estática aplicada. Lembrando que uma estrutura pode estar em equilíbrio ou em movimento, na disciplina em questão, estudam-se principalmente as estruturas que estão estáticas, em equilíbrio, ou melhor, em equilíbrio estático.

Segundo o Dicionário Houaiss de Física, Estática é “o ramo da Mecânica que investiga as propriedades de equilíbrio em corpos que se encontram sob a ação de forças externas”. Uma das grandes áreas da Física, subdivide-se em Estática dos Corpos Rígidos e Estática dos Fluidos, sendo que, neste estudo, foram abordados os conteúdos de Estática dos Fluidos: peso específico ou densidade e pressão exercida sobre uma superfície. Essa escolha deve-se ao fato de esses conteúdos serem necessários para a elaboração do levantamento das primeiras cargas a serem lançadas em projetos estruturais, do peso específico dos materiais de construção e da pressão que esses materiais exercem sobre as estruturas.

O estudo da Estática é a base para que os estudantes de edificações compreendam uma diversidade de fenômenos físicos e matemáticos que são relacionados às reações de apoio de vigas e lajes, ou seja, às condições de equilíbrio estático de várias estruturas relacionadas à construção civil.

### **2.4.2 Peso por área - Pressão exercida sobre a superfície**

A exigência principal de um estado de equilíbrio entre os elementos estruturais tem a ver com a segurança, garantindo que a edificação não se movimente ao ponto de rompimento das estruturas.

De acordo com Neto (2018), o grau de segurança de uma obra inicia com estudos do cálculo estrutural para identificar as ações das forças que serão aplicadas na estrutura. O autor ainda descreve que um dos problemas mais levantados pelos calculistas de estrutura refere-se à verificação de Tensão; portanto,

a análise das propriedades das estruturas quando submetidas à força tem relevância para que a edificação permaneça em equilíbrio durante a sua vida útil.

Nesse sentido, Rebello (2015, p. 38) destaca:

A resistência de elemento estrutural depende da relação entre a força aplicada e a quantidade de material sobre a qual a força age. A essa relação dá-se o nome de Tensão. [...] a tensão é a quantidade de força que atua em uma unidade de área do material.

Também na concepção de Sato (2014, p. 32), alguns conceitos de Mecânica devem ser considerados nos estudos da edificação:

Muitos conceitos de física, principalmente os relacionados com força, estão presentes nas edificações e no processo de construção. [...] os conceitos físico de pressão – que a base está sujeita em diferentes pontos, tração – das barras de ferro utilizadas em cada andar, força de resistência de materiais, força gravitacional, peso, momento fletor e centro de massa.

Cabe destacar que as características geométricas de superfícies planas dos elementos estruturais influenciam diretamente nas tensões e nas deformações das peças estruturais. Portanto, temos na matemática e na geometria conceitos em relação às figuras geométricas que colaboram para o estudo do cálculo estrutural da edificação, como área, centro de gravidade, momento estático da área, módulo de elástico, momento de inércia e raio de giração (SALGADO, 2014).

Desse modo, tanto as tensões estruturais como a força da seção transversal da peça estrutural influenciam na resistência do elemento estrutural, considerando-se como “[...] tensão atuante aquela que atua na estrutura e que provoca esforços e reações estruturais. As tensões atuantes atuam internamente na estrutura, oriundas dos esforços normal, cortante e do momento” (SALGADO, 2014, p. 111).

Assim sendo, os estudos de Estabilidade das Construções requerem alguns conhecimentos básicos, entre os quais os relacionados a peso, peso por área, peso específico, densidade, pressão exercida sobre superfície, aplicações das leis da física e a conceitos matemáticos, que são muito importantes para o dimensionamento estrutural.

#### **2.4.3 Peso específico ou densidade**

É a partir dos pesos específicos dos materiais que iniciam os cálculos das

cargas estáticas, as quais podem ser classificadas como permanentes, acidentais, excepcionais e térmicas. Viero (2011, p. 79) define as cargas permanentes como sendo “as cargas fixas, aquelas cuja estrutura está submetida o tempo todo, como também o seu próprio peso e quaisquer dispositivos fixos que fizerem parte da estrutura ou que compõem o espaço arquitetônico” - daí a importância de estudar os pesos específicos de materiais como concreto, argamassa, tijolo, madeira e outros. O mesmo autor, além de destacar que o fator principal a ser considerado no cálculo estrutural é o peso da própria estrutura, também menciona a importância do conhecimento das características dos materiais que vão compor o elemento estrutural:

Um dos grandes desafios dos especialistas em cálculo estrutural é projetar com o mínimo de material possível. Para determinar essas cargas, é necessário que se conheçam as dimensões dos elementos estruturais e as características dos materiais estruturais, mais especificamente, o seu peso específico (VIERO, 2011, p. 79).

Para que os elementos estruturais do edifício não apresentem deformação, rompimento ou vibração excessiva durante a vida útil, Sato (2014) aponta alguns fatores importantes, dentre os quais a especificação dos materiais - como exemplo, o tipo de tijolo a ser usado na obra: maciço ou furado -, o dimensionamento das estruturas e a definição do sistema construtivo. Ainda segundo o autor, esses fatores, “aliados ao conhecimento dos conceitos da física, permitirão o alcance do melhor uso dos materiais disponíveis, com base em parâmetros de segurança e de eficiência, bem como o menor custo possível de construção e manutenção da estrutura” (SATO, 2014, p. 17).

Os profissionais da área da edificação (arquitetos, engenheiros civis e técnicos em edificações) precisam conhecer as definições das propriedades dos materiais que serão empregados nas obras, bem como compreender seu comportamento quando em uso. As características desses materiais da construção civil variam de um para outro quanto aos pesos específicos ou densidades, que são dados fundamentais na elaboração dos projetos estruturais na edificação.

Após explanar sobre as atividades experimentais desenvolvidas no ensino e apresentar a organização curricular do projeto pedagógico do curso Técnico em Edificações, bem como os conteúdos que foram explorados na intervenção pedagógica desenvolvida, cabe trazer outros estudos publicados, referentes ao



estudo desta pesquisa. Na próxima seção, então, apresento algumas publicações recentes acerca da temática “atividades experimentais investigativas” no ensino.

## 2.5 Estado da arte

As atividades experimentais investigativas são um tema de estudo contemporâneo e sua pesquisa ainda é incipiente. Algumas dissertações e teses que abordam a temática estão voltadas para o ensino das disciplinas de Biologia, Física e Química, enquanto outras apresentam esse tipo de atividade como proposta para formação de professores.

A partir da busca avançada no banco de dados da EDUCAPES, com o tema “Atividades Experimentais Investigativas”, e levando em consideração o período de 2013 a 2019, encontrei 25 trabalhos, dentre os quais cinco dissertações e uma tese. No entanto, ainda não existem estudos sobre a aplicação das atividades experimentais investigativas na disciplina de Estabilidade das Construções/Resistência dos Materiais, do Curso Técnico em Edificações.

Assim, selecionei as pesquisas que mais se aproximaram da temática aqui proposta, as quais apresento no Quadro 3, organizadas com nome do autor, título e ano.

Quadro 3 - Trabalhos com a temática Atividades Experimentais Investigativas (AEI)

Ano	Autor	Título
2017	Gomes, F.A.R	A produção científico-pedagógica dos professores PDE do Paraná: um olhar sobre as Atividades Experimentais Investigativas
2018	Pinheiro, A.C.R.G	A atividade experimental investigativa como recurso para discussão de conceitos de óptica no ensino fundamental
2018	Assunção, J.P.P	Estou virando cientista: analisando a acidez dos alimentos por meio de atividades experimentais investigativas no 9º ano do ensino fundamental
2018	Brasil, T. V. S	Atividades Experimentais Investigativas no ensino de ciências: promovendo a aproximação de alunos com elementos da cultura científica
2018	Stil, R.	Uso de atividades experimentais no ensino de física sob uma perspectiva investigativa
2013	Gibin, G. B.	Atividades Experimentais Investigativas como contribuição ao desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos

Fonte: Do autor (2020).

Cabe, assim, uma breve descrição das dissertações e tese acima elencadas, com enfoque em seus objetivos e resultados.

A primeira dissertação que apresento, selecionei devido ao foco na formação continuada de professor e nas atividades experimentais investigativas. Trata-se de uma dissertação de Mestrado em Educação para Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, com título “A produção científico-pedagógica dos professores PDE do Paraná: um olhar sobre as Atividades Experimentais Investigativas”, de autoria de Fernanda Aparecida Ribeiro Gomes.

Nessa dissertação, Gomes (2017) apresenta a importância do Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE) na formação continuada de professores de Química da Educação Básica do Paraná. Em sua pesquisa, a autora identificou que alguns professores estão trabalhando propostas didáticas importantes envolvendo as atividades experimentais investigativas com base em situações-problemas relacionadas com a realidade próxima do aluno. Com isso, buscam valorizar os conhecimentos prévios dos alunos e, conseqüentemente, provocar mudanças na visão referente à ciência Química e ao trabalho científico.

Como resultado, a pesquisa mostrou que as propostas experimentais investigativas apresentam-se como tendência de ensino diferente da abordagem tradicional, mas a autora ressalta que é preciso uma melhor compreensão dessa tendência, para que os professores possam, de fato, inseri-la na prática docente.

Outro estudo selecionado é a dissertação do programa do Instituto de Física Gleb Wataghin, da Universidade Estadual de Campinas em Ensino de Ciências e Matemática, intitulada “A atividade experimental investigativa como recurso para discussão de conceitos de óptica no ensino fundamental”, de autoria de Ana Cláudia Ribeiro Guerra Pinheiro (2018). Os momentos de reflexão sobre a sua prática como docente levaram a autora a pesquisar sobre esse tema, partindo das indagações: O que significa ensinar Física hoje? Como proporcionar ao aluno novas formas de compreender os conceitos físicos? É possível fazê-lo participar ativamente de seu processo de aprendizagem?

Impulsionada pelos questionamentos, Pinheiro (2018) propõe, como objetivo da pesquisa, a utilização das atividades experimentais investigativas para discutir os

conceitos de óptica geométrica, com intensa participação dos estudantes no processo de aprendizagem. Os resultados obtidos com as Atividades Experimentais Investigativas, segundo a autora, revelaram que esse tipo de atividade estimula os estudantes a formularem conceitos e a se engajarem nas atividades e desafia o professor a assumir o papel fundamental de mediador das discussões. Isso porque, durante as discussões, os alunos conseguem expor seus conceitos e ainda discuti-los com seus colegas e o professor, reconstruindo-os, quando necessário.

O terceiro trabalho dissertativo que apresento é do pesquisador João Paulo Petri Assunção (2018), do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo, com o seguinte título: “Estou virando cientista: analisando a acidez dos alimentos por meio de atividades experimentais investigativas no 9º ano do ensino fundamental”. O autor teve como objetivo analisar as contribuições das Atividades Experimentais Investigativas no ensino de ciências no 9º ano do ensino fundamental - no que se refere aos conceitos das funções orgânicas, ácidos e base –, por meio da interdisciplinaridade e contextualização da digestão química dos alimentos.

Assunção (2018) verificou que muitos alunos não estavam habituados a trabalhar com esse tipo de metodologia, pois conheciam apenas atividades experimentais por meio de demonstrações investigativas, para confirmação da teoria. Também constatou um distanciamento entre os conteúdos que são abordados e o cotidiano dos alunos, bem como a predominância do ensino de conteúdo a partir da memorização.

Therezinha Vasconcelos Santos Brasil (2018) desenvolveu seu estudo em uma escola da rede municipal de Ilhéus, no Estado da Bahia, com alunos do 6º ano do Ensino Fundamental. Por meio de uma intervenção pedagógica, intitulada “As sombras”, fez uso de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI). Quanto à caracterização e ao método de abordagem, a pesquisa foi qualitativa, do tipo pesquisa de aplicação.

A dissertação de Brasil (2018), intitulada “Atividades Experimentais Investigativas no ensino de ciências: promovendo a aproximação de alunos com elementos da cultura científica”, do Programa de Pós-Graduação em Educação em

Ciências da Universidade Estadual de Santa Cruz, apresenta a evolução histórica do desempenho da experimentação no ensino de Ciências, a relevância das atividades experimentais investigativas para a aprendizagem no ensino de ciências e os aspectos do ensino que promovem uma aproximação com a cultura científica. Os resultados mostraram que, após o contato com as atividades investigativas, os alunos desenvolveram o pensamento crítico, a interação social, a linguagem e também a autonomia intelectual, visto que se aproximaram do fazer ciências.

O estudo realizado por Rodrigo Stil (2018), com título “Uso de atividades experimentais no ensino de física sob uma perspectiva investigativa” é uma dissertação de Mestrado do programa de Pós-Graduação de ensino de Ciências, Matemática e Tecnologia da Universidade do Estado de Santa Catarina. Stil (2018) destaca, como problemática da pesquisa, o baixo grau de interesse e atenção dos estudantes no ensino médio e a necessidade de criar estratégias para alcançar um interesse satisfatório.

A pesquisa foi centrada na seguinte questão: Qual a viabilidade didático-pedagógica para o processo de ensino-aprendizagem de conceitos de eletricidade por meio de experimento de caráter investigativo? Para alcançar a resolução da problemática, o autor se propôs a analisar limites e possibilidades de se ensinar conceitos de eletricidade no Ensino Médio sob uma perspectiva investigativa e avaliar os aspectos relativos ao envolvimento dos estudantes no desenvolvimento das atividades propostas.

O pesquisador Still (2018) analisa, no trabalho, o ensino por investigação, apontando suas principais vantagens pedagógicas, as dificuldades e possibilidades de superação, demonstrando também sua relevância como referencial teórico nas pesquisas de ensino. Acerca da experimentação, o pesquisador, além de ressaltar a importância desse recurso para o ensino de Física, apresenta o que vem sendo discutido sobre o tema na comunidade científica e como obteve êxito no resultado dos objetivos da pesquisa. Ainda destaca que o trabalho proporcionou a elaboração de um produto educacional, ou seja, um instrumento útil para auxiliar os professores no ensino e aprendizagem dos conteúdos de Física no Ensino Médio.

Outro trabalho relativo às atividades experimentais investigativas é a tese

intitulada “Atividades Experimentais Investigativas como contribuição ao desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos”, defendida pelo pesquisador Gustavo Bizzario Gibin (2013), na Universidade Federal de São Carlos, no Programa de Ciências com área de concentração na Química. O autor, como objetivo principal, buscou analisar a evolução dos modelos mentais dos conceitos químicos dos estudantes de 1º série do Ensino Médio quando realizam atividades investigativas experimentais. Concluiu que, embora os estudantes tenham apresentado dificuldades na elaboração de modelos mentais em determinados momentos, a abordagem investigativa contribuiu para o desenvolvimento de diferentes conceitos químicos.

Após a análise dos trabalhos selecionados, é possível destacar o potencial deste estudo. Várias pesquisas relatam que as atividades experimentais investigativas, como tendência no ensino de ciências, podem contribuir no processo de ensino, aproximando os conteúdos estudados ao cotidiano dos alunos. Por isso, nos últimos anos vem se discutindo, entre pesquisadores da área, a aplicação dessa metodologia como importante instrumento no ensino. Isso porque as atividades experimentais, com perspectiva investigativa e como instrumento de ensino, tendem a despertar a curiosidade do aluno, possibilitam momentos de reflexões e construção de conhecimento aos sujeitos envolvidos e contribuem para a motivação e o engajamento do aluno na construção da sua aprendizagem.

Concluída a apresentação dos fundamentos teóricos, passo a descrever a metodologia utilizada na pesquisa.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Neste capítulo, caracterizo a pesquisa, bem como apresento a delimitação da área da pesquisa, os procedimentos metodológicos adotados, os instrumentos de coleta de dados utilizados e a análise dos dados.

Inicialmente, esta pesquisa seria realizada com os alunos no ambiente escolar, utilizando a sala de aula e os laboratórios para o desenvolvimento das atividades referentes à intervenção pedagógica. No entanto, devido ao cenário atual de pandemia e à suspensão das aulas presenciais, o estudo foi reformulado para modalidade remota, com atividades não presenciais e momentos síncronos. A intervenção teve a participação de um grupo composto por seis alunos do segundo ano que estava cursando a disciplina de Estabilidade das Construções no Curso Técnico em Edificações.

Sobre os procedimentos e objetivo da pesquisa, Gil (2010, p. 01) explica que “pode-se definir pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”. Para Kuhn (2013), o que orienta a pesquisa são as unidades metodológicas da ciência, os paradigmas, ou seja, teorias ou estudos que durante um certo período tiveram seus resultados comprovados pela sociedade científica.

Nesse mesmo sentido, Cervo (2007, p. 57) define pesquisa como “uma atividade voltada para a investigação de problemas teóricos ou práticos por meio do emprego de processos científicos. Ela parte, pois, de uma dúvida ou problema e, com o uso do método científico, busca uma resposta ou solução”. Portanto, a

pesquisa deve partir da problematização em torno do tema a ser abordado, sendo também fundamental a escolha do procedimento metodológico adequado para que a investigação alcance resultados autênticos.

Assim, nesta pesquisa, iniciei com a análise dos argumentos gerais sobre as Atividades Experimentais Investigativas, como uma teoria-experimental, seguindo então para as particularidades dessa metodologia no ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções - no caso, estudo sobre tópicos de matemática, como medidas de volume, superfície, capacidade, massa, comprimento e transformação de unidade de medidas e, na física, conceitos de pesos, pressão e densidade.

### **3.1 Caracterização da pesquisa**

Por se tratar de pesquisa em que foi proposta uma intervenção pedagógica por meio de atividades experimentais no ensino de Estabilidade das Construções e considerando que, como pesquisador, estive diretamente envolvido no processo e no ambiente da investigação, este estudo teve abordagem qualitativa, conforme referenciado por Ludke (1986, p. 11): “[...] a pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prologando do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada, via de regra, através do trabalho intensivo de campo”.

Para Creswell (2010), uma das características da pesquisa qualitativa é apresentar-se como projeto emergente, ou seja, o que inicialmente foi planejado, pode ser modificado ao longo do desenvolvimento do estudo. Portanto, uma pesquisa não pode ser rigidamente prescrita, uma vez que as etapas podem ser alteradas à medida que o pesquisador entra no ambiente de estudo e começa a coleta de dados. O autor ainda ressalta: “A ideia fundamental que está por trás da pesquisa qualitativa é a de aprender sobre o problema ou questão com os participantes e lidar com a pesquisa de modo a obter informações” (CRESWELL, 2010, p. 209). Segundo Godoy (1995, p. 21):

Considerando que a abordagem qualitativa, enquanto exercício de pesquisa, não se apresenta como uma proposta rigidamente estruturada, ela permite que a imaginação e a criatividade levem os investigadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques.

Portanto, justifico a escolha pela pesquisa de natureza qualitativa porque,

durante o estudo, apliquei atividades experimentais sequenciadas com proposta investigativa, que permitem desenvolver planos com procedimentos abertos e dinâmicos. E também porque esse tipo de pesquisa proporciona, ao pesquisador, contato direto com todas as etapas do estudo, bem como a obtenção de dados descritos, o que contribui nas discussões e nas conclusões da pesquisa, tendo em vista que o foco da pesquisa não é o resultado, mas sim a análise descritiva do processo.

Esta pesquisa, com base nos objetivos propostos, teve características exploratórias, pois, de acordo com o exposto em Malhorta (2012), esse tipo de investigação tem como principal finalidade ajudar a compreender a situação-problema colocada e oferecer informações na busca de inferências e resultados. O autor ainda descreve algumas características que se destacam durante o desenvolvimento do processo da pesquisa exploratória, quais sejam, a flexibilidade e a versatilidade em relação aos métodos aplicados, não sendo necessária a utilização de protocolos e procedimentos formais de pesquisas.

Segundo Gil (2010), como o planejamento da pesquisa exploratória é flexível e não estruturado, seus resultados não são considerados como definitivos. Cabe destacar, também, que, na maioria das vezes, a classificação dos trabalhos como estudos exploratórios é difícil, mas é possível identificar a forma de pesquisa a ser aplicada - estudo de caso ou bibliográfica.

Cervo (2007, p. 63) explica que: “A pesquisa exploratória não requer a elaboração de hipóteses a serem testadas no trabalho, restringindo-se a definir objetivos e buscar mais informações sobre determinado assunto de estudo”. Assim, a partir dos estudos, alcança-se a familiaridade do fenômeno, obtêm-se novas percepções ou, ainda, descobrem-se novas ideias. O mesmo autor recomenda a pesquisa exploratória quando há pouco estudo ou conhecimento sobre o problema a ser pesquisado.

Isso posto, considerando que a problemática desta pesquisa consistiu em entender como a exploração das atividades experimentais investigativas pode auxiliar no ensino dos conteúdos da disciplina de Estabilidade das Construções e que, entre os objetivos da investigação, busquei informações para desenvolver e



analisar as práticas pedagógicas experimentais investigativas, para atingir as finalidades das propostas da pesquisa desenvolvi um estudo com características de investigação exploratória.

No que se refere aos procedimentos, a pesquisa teve aproximações com estudo de caso, que, segundo Cervo (2007, p. 62-64), “é a pesquisa sobre determinado indivíduo, família, grupo ou comunidade que seja representativo de seu universo, para examinar aspectos variados de sua vida”. Ainda conforme Yin (2010, p. 32), “o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes”.

Para Goldenberg (2002, p. 33 – 34), o estudo de caso:

[...] reúne o maior número de informações detalhadas, por meio de diferentes técnicas de pesquisa, com objetivo de aprender a totalidade de uma situação e descrever a complexidade de um caso concreto. Através de um mergulho profundo e exaustivo em um objeto delimitado, o estudo de caso possibilita a penetração na realidade social, não conseguida pela análise estatística (GOLDENBERG, 2002, p. 33-34).

A presente pesquisa, então, teve aproximações com um estudo de caso devido aos questionamentos realizados com o fim de investigar implicações da exploração de atividades experimentais investigativas no ensino de Estabilidade das Construções, com um grupo específico. Sobre o uso do estudo de caso nas pesquisas de ciências sociais, Yin (2010) *apud* Gil (2016, p. 37) declara: “Hoje, porém, é encarado como o delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos”.

### **3.2 Delimitação da área de pesquisa**

Para delimitar a área de pesquisa, cabe caracterizar o município onde está inserida a instituição de ensino na qual realizei a pesquisa. O município é conhecido como Portal da Amazônia, por estar situado na entrada da região Amazônia Ocidental, localizada no Cone do Sul do estado de Rondônia, tendo como municípios limítrofes Chupinguaia, Pimenta Bueno, Espigão do Oeste, Colorado do Oeste e Comodoro. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE, 2019), a área territorial do município de Vilhena/RO é de 11.699,150 km<sup>2</sup>, com uma população estimada de 99.854 pessoas. Para melhor visualização da localização do município, na Figura 2 apresento o mapa do estado de Rondônia e o posicionamento do município.

Figura 2 - Localização do município de Vilhena/RO



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Vilhena>

Esta pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica de Rondônia, no campus Vilhena, localizado na região Norte do Brasil, a 699 km da capital do estado, Porto Velho. Em relação ao município, o campus fica situado a 5 km do centro da cidade, especificamente na Rodovia BR-174, km 3, nº 4334.

Essa unidade de ensino iniciou suas atividades no segundo semestre de 2010, sendo que atualmente são ofertados os cursos Técnico em Informática e Edificações e Eletromecânica, na modalidade Integrado ao ensino médio, e na graduação, os cursos de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo, Licenciatura em Matemática e de Tecnólogo em Análise em Desenvolvimento de Sistema.

A intervenção pedagógica da pesquisa foi aplicada no curso Técnico em Edificações na modalidade Integrado. De acordo com o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) vigente, o objetivo geral é oferecer a formação profissional técnica integrada ao Ensino Médio e um dos objetivos específicos, que reforça a integração do Ensino Médio com o Profissional, de modo a promover a formação global,

consiste em preparar o estudante para o mundo do trabalho e a construção de bases para o prosseguimento de estudos em nível superior.

Sobre os elementos que compõem a concepção curricular do Curso Técnico de Edificações Integrado ao Ensino Médio, conforme descrito no PPC (2014), a elaboração do currículo está embasada nas orientações das diretrizes, segundo as resoluções 02/2012 (Diretrizes de Ensino Médio) e 06/2012 (Diretrizes de Educação Profissional e Tecnológico de Nível Médio) do Conselho Nacional de Educação, atendendo à sistemática de integração entre o Ensino Médio e Educação Profissional.

O campus Vilhena tem, como infraestrutura educacional para atender as disciplinas do núcleo comum, os laboratórios de física, matemática, biologia e química e, para áreas profissionalizantes, os laboratórios de desenho técnico, informática, maquetaria, materiais de construção, solos e topografia.

Além dessa caracterização, apresento outras áreas que compõem o IFRO-Instituto Federal de Rondônia - Campus Vilhena, onde foi aplicada a pesquisa, nas Figura 3, 4 e 5, que seguem.

Figura 3 -Vista Frontal – Bloco A – Administrativo – Biblioteca – Auditório – Laboratório de Informática



Fonte: <https://portal.ifro.edu.br/vilhena/noticias/8008>

Figura 4 - Blocos de Sala de aula – Laboratórios



Fonte: Do autor (2020).

Figura 5 – Complexo Esportivo – Centro de Convivência



Fonte: <https://www.even3.com.br/iiselimat/>

A turma do segundo ano foi caracterizada pelos docentes do corpo técnico como bastante participativa durante as aulas. Para melhor transcrição e compreensão das respostas apresentadas pelos alunos, e para preservar o sigilo das respostas, optei por identificar os participantes por meio de letras e números, ou seja, por A<sup>1</sup>, A<sup>2</sup>, A<sup>3</sup> (Aluno 1, Aluno 2, Aluno 3) e assim por diante.

Após a descrição da delimitação da área de pesquisa, descrevo os procedimentos e os instrumentos utilizados na coleta e análise de dados da investigação.

### 3.3 Instrumentos de coleta dos dados

No Quadro 4 apresento as atividades que foram executadas considerando cada objetivo da pesquisa e os respectivos instrumentos de coleta de dados.

Quadro 4 - Resumo da relação entre objetivos, atividades e instrumentos de coleta

<b>Problema:</b> Como a experimentação investigativa pode auxiliar no ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções no Curso Técnico em Edificações?		
<b>Objetivo Geral:</b> Analisar o desenvolvimento da experimentação investigativa no ensino dos conteúdos relacionados à Estabilidade das Construções com os alunos do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio.		
<b>Objetivo Específico</b>	<b>Atividades Executadas</b>	<b>Instrumento de coleta</b>
Identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conceitos de física e matemática relacionados aos conteúdos de Estabilidade das Construções.	Realização do questionário de conhecimentos prévios.	Questionário
Desenvolver atividades de experimentação investigativa com os alunos do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio, considerando os conteúdos de Estabilidade das Construções.	Desenvolvimento de atividade pedagógica explorando as Atividades Experimentais Investigativas.	Diário de Bordo Relatório Ficha de atividade Gravações em áudio e imagens
Verificar se os resultados obtidos durante a prática pedagógica apresentam indícios de que as atividades experimentais investigativas podem possibilitar um caminho diferenciado para o ensino de conteúdos de Estabilidade das Construções.	Análise dos resultados das Atividades Experimentais Investigativas e do questionário de avaliação.	Questionário

Fonte: Do autor (2020).

Para Cervo (2007, p. 53), “O questionário é a forma mais usada para coletar dados, pois possibilita medir com mais exatidão o que se deseja”. Acerca do questionário, Gerhardt e Silveira (2009, p. 69) explicam:

É um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito pelo informante sem a presença do pesquisador. Objetiva levantar opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas. A linguagem utilizada no questionário deve ser simples e direta para quem vá responder compreenda com clareza o que está sendo perguntado.

Nesta pesquisa, apliquei dois questionários – um no início e outro no final da intervenção –, tendo analisado as respostas dos alunos de forma descritiva.

Para desenvolver as atividades experimentais investigativas com os alunos do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio, considerando os conteúdos de Estabilidade das Construções, foram realizados três encontros, com duração de três horas cada, para alcançar o segundo objetivo específico desta pesquisa. Vale retomar que o desenvolvimento da pesquisa foi aplicado de forma remota, assim, cada uma das três Sequências Didáticas teve duração de três horas.

Dessa forma, observei e registrei as impressões dos participantes da pesquisa em todas as etapas da investigação, assim como os alunos também foram anotando e registrando as informações durante as atividades. A produção de dados se deu em forma de relatório e nos espaços contidos nas fichas da atividade preparatória e da atividade experimental investigativa. A partir desses dados, pude analisar o desenvolvimento do ensino relacionado aos conteúdos da disciplina de Estabilidade das Construções.

Como outro recurso de produção de dados e como fonte complementar de informação, fiz uso do diário de bordo para registrar as atividades desenvolvidas, bem como as observações e ações da mediação, durante e após a aplicação de cada sequência didática.

O diário de campo, mais do que um instrumento de anotações, pode funcionar como um “sistema de informação”, onde é possível avaliar as ações realizadas no dia a dia, permitindo que o investigador seja capaz de melhorá-las e ao mesmo tempo desenvolver sua capacidade crítica (FALKENBACH, 1987, p.16).

Para Bortoni-Ricardo (1945), a produção de um diário de pesquisa é muito importante para registrar, em detalhes, os dados coletados. A experiência realizada é descrita no diário, o que possibilita o registro de detalhes que pesquisador poderia esquecer. Além disso, a autora afirma que o diário de bordo pode ser composto por sequências descritivas que contenham narrativas de atividades, descrições de eventos, reprodução de diálogos, informações sobre gestos, entonações e expressões faciais e também por sequências de interpretações compostas por leituras, análises, reflexões, ou seja, por elementos que possibilitem, ao pesquisador, elaborar proposições sobre as ações que está interpretando. Como fiz

em relação às respostas dos questionários, também desenvolvi análise descritiva das informações do diário de bordo.

Também quanto ao registro de observações, Ludke (1986, p. 26) afirma:

Há formas muito variadas de registrar as observações. Alguns farão apenas anotações escritas, outros combinarão as anotações com material transcrito de gravações. Outros registrarão os eventos através de filmes, fotografia, slides ou outros equipamentos.

Assim, durante a pesquisa, ainda utilizei gravações em áudio e vídeo para registrar dados. Como esta pesquisa apresenta aproximações com estudo de caso, inicialmente obtive, junto à Instituição de ensino, a Carta de Anuência para realizar a intervenção pedagógica (APÊNDICE A). Solicitei também, aos responsáveis e aos alunos, que preenchessem e assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE), respectivamente. Nos casos em que os termos (TCLE e TALE) não foram preenchidos devidamente, não houve permissão para que os alunos participassem da pesquisa.

### **3.4 Organização da pesquisa**

O trabalho proposto foi a elaboração e a aplicação de sequências didáticas utilizando as Atividades Experimentais Investigativas para ressignificar os conteúdos de física e matemática elencados à disciplina de Estabilidade das Construções. Da matemática, conteúdos como medidas de volume, superfície, capacidade, massa, comprimento e transformação de unidade de medidas, e da física, os conceitos de pesos, pressão e densidade.

Araújo (2013, p. 322) define sequência didática como “[...] um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais”. Esse processo se faz por meio de um conjunto de atividades planejadas em cada uma das etapas e interligadas para o ensino de um conteúdo (ZABALA, 2010).

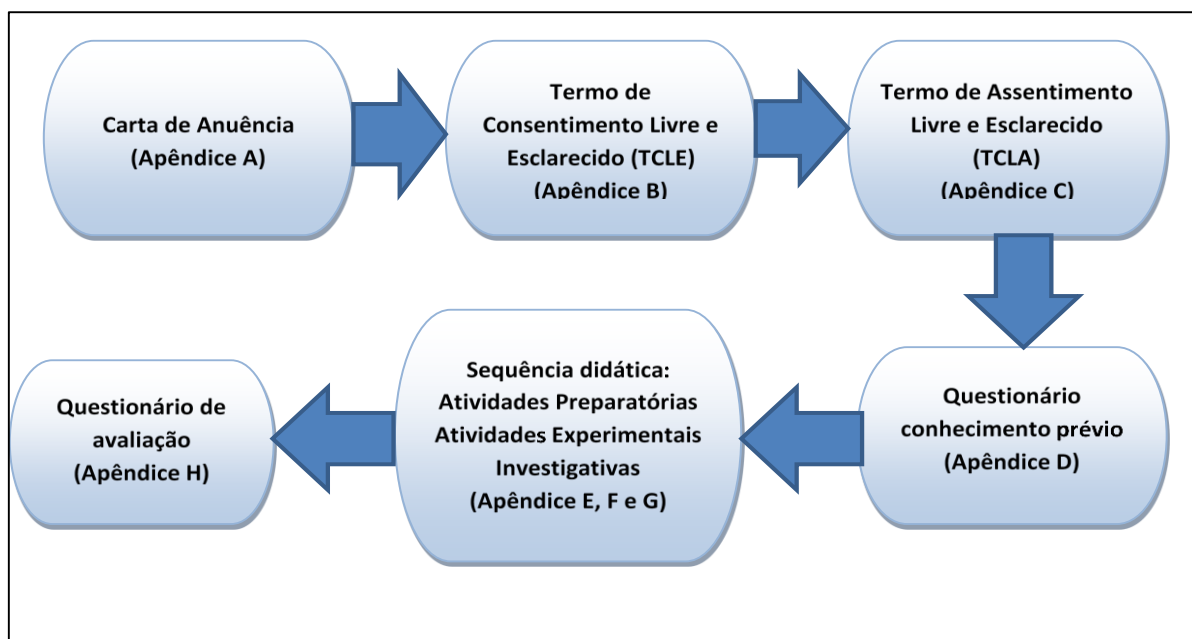
A sequência didática é iniciada pela etapa de apresentação da situação, momento em que o professor descreve, para os alunos, as atividades que deverão realizar. Durante a etapa da produção inicial, momento de avaliação prévia, o professor avalia os conhecimentos já adquiridos e as dificuldades da turma. Na etapa módulos, são desenvolvidas atividades ou exercícios planejados de forma sistemática, com finalidade de desenvolver as capacidades dos alunos. Por último, na produção final, o aluno põe em prática os conhecimentos adquiridos e é avaliado o progresso alcançado, fazendo-se uma comparação entre a produção inicial e final (DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004).

Na busca por respostas para o problema que levantei nesta pesquisa - “Como a experimentação investigativa pode auxiliar no ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções no Curso Técnico em Edificações?” - delinee as etapas das atividades aplicadas em cinco encontros, na modalidade remota: em três encontros foram desenvolvidas as atividades experimentais investigativas e em dois aconteceu a realização dos questionários, por meio de webconferência e no Ambiente Virtual de Aprendizagem-AVA.

A pesquisa foi desenvolvida em seis etapas, como mostra a Figura 6: Carta de Anuência ou Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino, Termo de Consentimento Livre Esclarecido, Termo de Assentimento Livre Esclarecido, Questionário de Conhecimentos Prévios, Sequências Didáticas e Questionário de Avaliação.



Figura 6 - Estrutura gráfica do procedimento metodológico



Fonte: Do autor (2020).

### 3.4.1 Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino

Para a realização da proposta de intervenção pedagógica, apresentei, junto à direção de ensino do campus, o Termo de Concordância ou Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino e Pesquisa (APÊNDICE A). A direção aceitou a efetivação da pesquisa, permitindo, sem quaisquer restrições, que eu iniciasse as atividades com o grupo de alunos citada no projeto.

### 3.4.2 Termo de Consentimento Livre Esclarecido e Termo de Assentimento Livre Esclarecido

Na semana que antecedeu o início das atividades de intervenção, realizei uma reunião com os alunos e os responsáveis, na qual esclareci os detalhes da pesquisa, os objetivos, as atividades a serem desenvolvidas, os recursos empregados, os horários e os dias em que ocorreriam os encontros, bem como a duração do estudo virtualizado. Os pais ou responsáveis e os alunos receberam o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE B) e o Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE) (APÊNDICE C).

### 3.4.3 Questionário de conhecimentos prévios

Nesta etapa busquei identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre conceitos de física e matemática com aplicação de sete questões, sob o título “Análise dos materiais de construção e dos elementos estruturais, com estudo dos conceitos de física e matemática” (APÊNDICE D). As respostas foram individuais, para que eu, como professor pesquisador, pudesse identificar os conhecimentos prévios de cada estudante em relação aos conteúdos de física e matemática relacionados aos conteúdos de Estabilidade das Construções.

O questionário abordou diferentes situações, por meio de figuras geométricas que envolveram conteúdos relacionados à física e matemática, também com a finalidade de ajustar as atividades previstas, caso fosse necessário. O Questionário de Conhecimentos Prévios foi postado no Ambiente Virtual de Aprendizagem – AVA, no formato de arquivo, no modelo de uma lista de questões.

### 3.4.4 Sequências didáticas

Com a finalidade de encontrar elementos para responder ao segundo objetivo específico da pesquisa, desenvolver atividades de experimentação investigativa com os alunos do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio, considerando os conteúdos de Estabilidade das Construções, desenvolvi três atividades experimentais investigativas com os alunos.

O Quadro 5 demonstra as sequências didáticas e as atividades que foram desenvolvidas em momentos síncronos *on line*, por meio de aplicativo de comunicação e interação Google Meet, e em atividades não presenciais.

Quadro 5 – Sequências didáticas das atividades síncronas *on line* desenvolvidas na Intervenção Pedagógica

Sequência Didática	Atividades Desenvolvidas	Duração Aula – 60min	Metodologia
01	Tema 01 e Atividade preparatória	1 aula	Apresentação da situação-problema investigativa Elaboração das hipóteses (individual) Elaboração das hipóteses (em grupo) Discussão do tema 1: “Pesos lineares-Equivalência das áreas”. Realização da primeira atividade preparatória
	Atividade experimental investigativa 1	2 aulas	Realização da primeira atividade experimental 1, em grupo Elaboração das hipóteses, em grupo Análise do experimento e conclusões Leitura de texto Apresentação das conclusões da investigação
02	Tema 02 e Atividade preparatória	2 aulas	Apresentação da situação-problema investigativa Elaboração das hipóteses (individual) Elaboração das hipóteses em grupo Discussão do tema 2: “Peso específico ou densidade”. Realização da primeira atividade preparatória 02 Realização da primeira atividade preparatória 03
	Atividade experimental investigativa 2	1 aula	Realização da atividade experimental investigativa 2, em grupo Análise do experimento e conclusões Leitura de texto Apresentação das conclusões da investigação
03	Tema 03 e Atividade preparatória	1 aula	Apresentação da situação-problema investigativa Elaboração das hipóteses (individual) Elaboração das hipóteses (em grupo) Discussão do tema 3: “Peso por área ou Pressão” Realização da atividade preparatória 04
	Atividade experimental investigativa 3	2 aulas	Realização da atividade experimental investigativa 3, em grupo Leitura de texto Análise do experimento e conclusões Apresentação das conclusões da investigação

Fonte: Do autor (2020).

Em cada módulo foram trabalhados os conteúdos e as “investigações”,

conforme representado no Quadro 6, utilizando como instrumento as atividades experimentais investigativas e as atividades preparatórias. Nestas últimas, propus aos alunos situações que envolviam observações, experimentos e medições efetivas, para que adquirissem prática com os instrumentos de medida, organizassem e trabalhassem os valores obtidos para, posteriormente, realizarem a atividade experimental investigativa. Sendo assim, cada módulo da intervenção didática teve uma atividade preparatória seguida de uma atividade experimental investigativa.

Reiterando, a pesquisa compreendeu experimentos sob uma perspectiva investigativa, tendo como abordagem conteúdos de física e matemática na disciplina de Estabilidade das Construções. Durante as atividades experimentais investigativas foi proporcionado aos alunos o desenvolvimento de alguns conceitos específicos (conceituais, procedimentais e atitudinais), conforme o Quadro 6, em que constam os conteúdos trabalhados, bem como os diferentes graus de liberdade.

Quadro 6 - Caracterização das Atividades Experimentais Investigativas (AEI's)

AEI's	Situação-problema investigativa	Objetivos específicos de ensino	Conhecimentos			Graus de abertura
			Conceitos	Procedimentos	Atitudes	
AEI 01	Durante a execução de uma peça estrutural (pilare/viga) da obra, o mestre de obras constatou que as barras de aço de 16mm tinham acabado, no entanto, havia, no canteiro de obra, barras de diâmetro de 8mm. Ele poderá fazer a substituição das barras de 16mm pelas barras de 8mm? Se for possível, quantas barras serão necessárias para a execução dessa peça estrutural?	-Compreender os Pesos Lineares ou Densidade Lineares; - Realizar medidas; Construir e analisar gráficos e tabelas.	-Pesos; - Medidas de comprimento e área de uma circunferência.	- Realização de medidas (régua) e simulação do aplicativo; - Organização de dados e construção de tabela; - Leitura e análise textual; - Análise e emissão de conclusões.	- Por meio da manipulação de instrumentos de medição e de conceitos matemáticos, ser capaz de solucionar situação-problema investigativa.	Nível 02

(Continua...)

(Continuação)

AEI's	Situação-problema investigativa	Objetivos específicos de ensino	Conhecimentos			Graus de abertura
			Conceitos	Procedimentos	Atitudes	
AEI 02	Ao dar início a um projeto estrutural, é necessário fazer o levantamento dos tipos de materiais que serão utilizados na obra e principalmente saber o seu peso específico. Para a composição do concreto, podemos utilizar a areia, o seixo, argila expandida, brita 0, brita 01 ou os dois tipos de brita. Assim, um Engenheiro Civil, ao dar início ao cálculo de um projeto estrutural, ficou em dúvida em relação ao material (areia, seixo, argila expandida, brita 0, brita 01 ou os dois tipos de brita) a ser empregado em sua futura obra. Em qual desses materiais o engenheiro encontrará o maior ou menor peso específico?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferenciar pesos específicos dos materiais que compõem o concreto;</li> <li>- Compreender a importância dos pesos específicos (densidade) dos materiais de construção civil;</li> <li>- Realizar medidas; Construir e analisar tabelas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso específico ou densidade;</li> <li>- Medidas de volume e peso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipulação de materiais;</li> <li>- Coleta de dados</li> <li>- Realização de medidas;</li> <li>- Organização de dados e construção de tabelas;</li> <li>- Leitura e análise textual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Percepção da importância dos conceitos de física e matemática para solução de situação-problema investigativa.</li> </ul>	Nível 02
AEI 03	Temos três amostras de solos coletadas em terrenos de bairros distintos, que apresentam características granulométricas bem diferentes (fina, média e grossa), e três tijolos maciços com dimensões iguais que representam a edificação (prédio, casa, etc.). Ao colocar o prédio sobre o solo, qual será sua impressão? E se assentarmos o tijolo em outras posições, as impressões no solo serão modificadas? Qual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observar um fenômeno físico e, a partir de um processo reflexivo, construir uma explicação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso por área;</li> <li>- Pressão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Execução e observação dos experimentos;</li> <li>- Manipulação de materiais;</li> <li>- Comparação entre aspectos práticos e explicações teóricas;</li> <li>- Desenvolvimento de argumentação e justificativas- Execução e observação dos experimentos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por meio da observação de fenômenos físicos, validar os conceitos físicos e solucionar situação-problema investigativa.</li> </ul>	Nível 02

(Continua...)

(Conclusão)

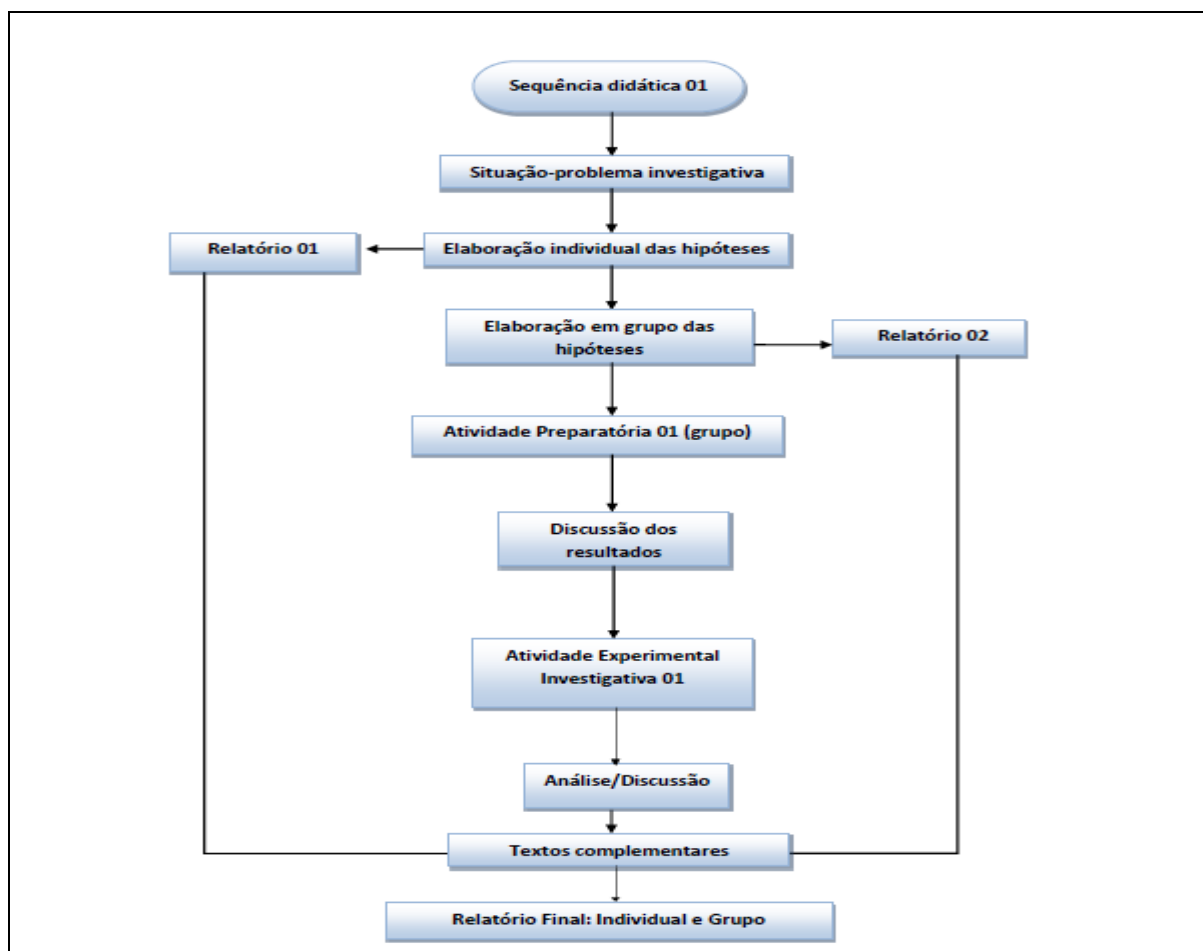
AEI's	Situação-problema investigativa	Objetivos específicos de ensino	Conhecimentos			Graus de abertura
			Conceitos	Procedimentos	Atitudes	
AEI 03	o tipo de solo para executar a edificação? Será preciso fazer fundação do tipo profunda? Todas as respostas terão que ser justificadas.					

Fonte: Do autor (2020).

### Sequência didática 01

Nesta sequência didática foi desenvolvida a atividade preparatória 01 e a atividade experimental investigativa 1, conforme a apresentação gráfica da figura abaixo.

Figura 7 - Estrutura gráfica do procedimento da Sequência Didática 01



Fonte: Do autor (2020).

No primeiro momento, os alunos levantaram hipóteses de forma individual sobre a seguinte situação-problema investigativa, fazendo anotações no relatório 01 (APÊNDICE E): *Durante a execução de uma peça estrutural (pilar/viga) da obra, o mestre de obras constatou que as barras de aço de 16mm tinham acabado, no entanto, havia, no canteiro de obra, barras de diâmetro de 8mm. Ele poderá fazer a substituição das barras de 16mm pelas barras de 8mm? Se for possível, quantas barras serão necessárias para a execução dessa peça estrutural?*

No segundo momento, levantaram hipóteses em grupo, as quais foram registradas no relatório 02. Em seguida, fiz uma explanação sobre pesos lineares na construção civil e no último tempo da etapa foi realizada, em grupo, a atividade preparatória 1. As anotações dessa prática foram registradas, pelos alunos, na ficha de atividade preparatória 01 que se encontra no Apêndice E.

Nessa atividade propus aos alunos situações que envolviam medições efetivas, utilizando materiais da construção civil. Também foram desenvolvidos conteúdos de matemática relativos a medidas de superfície, peso e comprimento de diferentes barras de aço, usando a trena. Os alunos manipularam os materiais necessários para a execução da investigação, organizaram os resultados em forma de tabela e gráficos e, em seguida, ocorreu a discussão dos resultados.

Como a atividade foi desenvolvida de forma remota, parte do experimento foi gravado em vídeo e outro momento ocorreu com encontro síncrono *on line*, portanto, as medições foram fornecidas por mim, ficando sob a responsabilidade dos alunos a elaboração e a análise dos resultados. Proponho que, em período de aulas presenciais, que os alunos realizasse os experimentos durante as atividades experimentais investigativas.

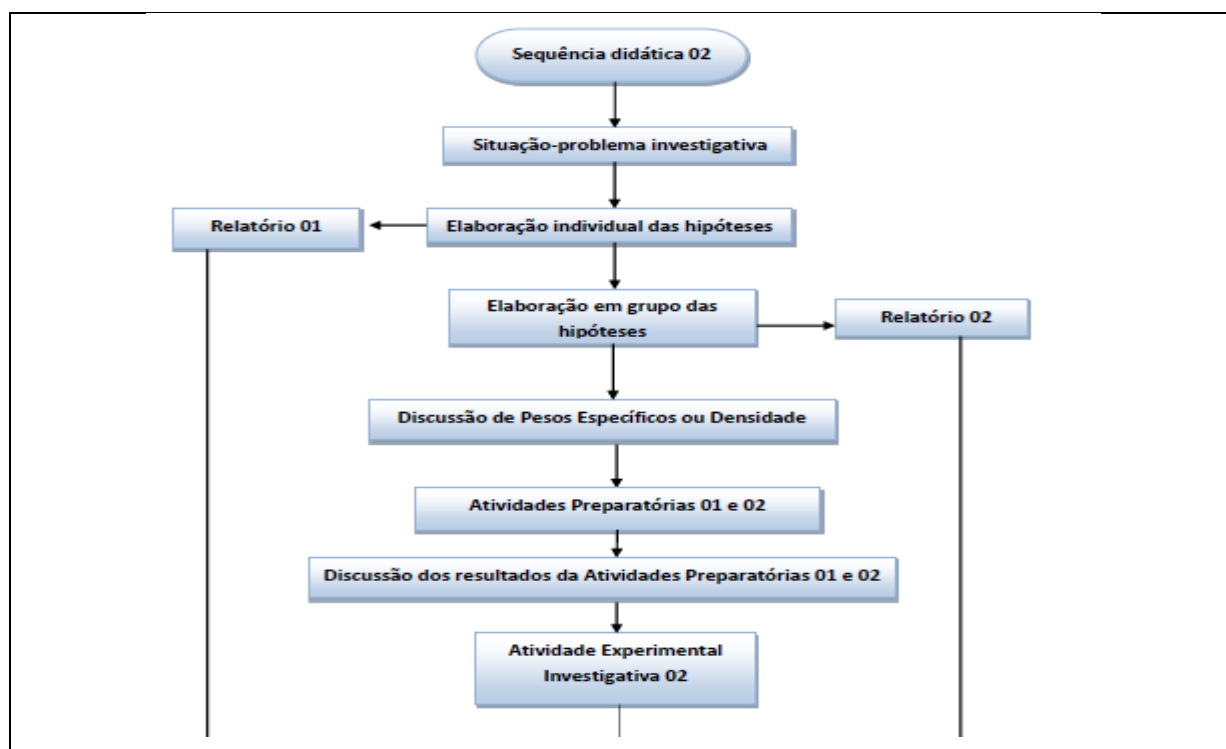
Nessa sequência didática também foi realizada a Atividade Experimental Investigativa 1. No primeiro momento, os alunos levantaram novamente as hipóteses sobre a situação-problema investigativa. Nessa atividade com formato remoto, permaneceu o mesmo grupo composto de seis alunos e as medições também foram feitas por mim. Na ficha da atividade, os alunos anotaram os valores dos dados obtidos, as hipóteses, as justificativas e as conclusões do grupo, conforme o Apêndice E.

Após o registro dos dados, enviei ao grupo, no Ambiente Virtual de Aprendizagem, dois textos explicativos referente à substituição de barras de aço na execução de obras. Solicitei aos alunos que, durante a semana, lessem e discutissem os textos, com título “Uso e controle do aço para ser usado na obra” no capítulo 50 do livro Concreto armado eu te amo vai para obra, páginas 171 e 172, e “Troca de diâmetro de barra da armadura”, capítulo 10 do livro Concreto Armado eu te amo para arquitetos nas páginas 64 e 65. Igualmente pedi que elaborassem individualmente e em grupo a conclusão, comparando suas hipóteses iniciais com as informações do texto e as observações pós-experimento e verificando a possibilidade ou não da substituição das barras. Por fim, solicitei que apresentassem o processo usado para conseguir a resposta para a situação-problema investigativa.

### Sequência didática 02

Nesta sequência didática foram desenvolvidas as atividades preparatórias 02 e 03 e a atividade experimental investigativa 2, conforme apresentação gráfica da figura 8 abaixo:

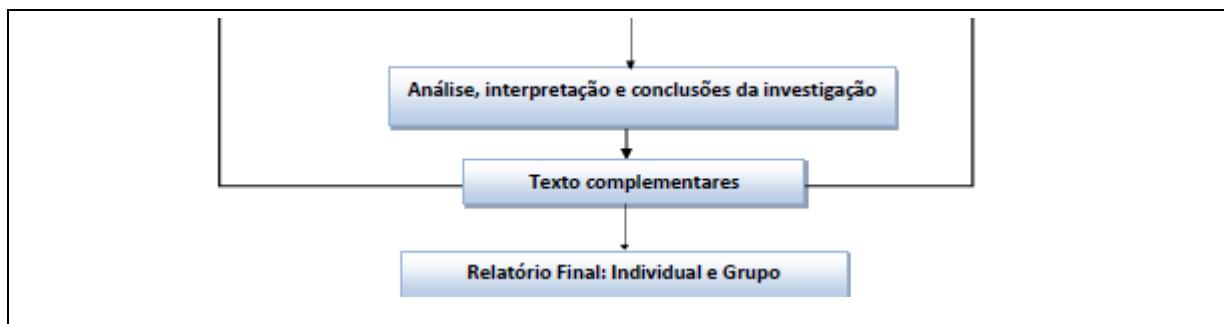
Figura 8 - Estrutura gráfica do procedimento da Sequência Didática 02



(Continua...)



(Conclusão)



Fonte: Do autor (2020).

Os alunos levantaram hipóteses, primeiro individualmente e depois em grupos, sobre a seguinte situação-problema investigativa:

*Ao dar início a um projeto estrutural, é necessário fazer o levantamento dos tipos de materiais que serão utilizados na obra e, principalmente, do seu peso específico. Para a composição do concreto, podemos utilizar areia, seixo<sup>1</sup>, argila expandida, brita 0, brita 1 ou os dois tipos de brita. Assim, um Engenheiro Civil, ao dar início ao cálculo de um projeto estrutural, ficou em dúvida em relação ao material (areia, seixo, argila expandida, brita 0, brita 1 ou os dois tipos de brita) a ser empregado em sua futura obra. Em qual desses materiais o engenheiro encontrará o maior ou menor peso específico? As hipóteses levantadas foram descritas na folha de registro (APÊNDICE F).*

Na segunda sequência didática, propus atividades que visaram levar os alunos a conceituarem peso específico e a distinguirem os materiais de construção em relação ao peso específico. Dessa forma, foi trabalhado o volume, como conceito da matemática, e as grandezas físicas utilizando o cálculo da densidade. Lembrando que essa sequência didática também ocorreu de forma remota, com encontro no Ambiente Virtual de Aprendizagem, por meio de webconferência, na qual foram desenvolvidas as atividades com um grupo de seis alunos.

No primeiro momento, na atividade preparatória 02, os alunos observaram algumas amostras de agregados com vários traços (areia, argila expandida, brita 0, brita 1 e seixo) e identificaram qual das amostras apresentou o maior peso; na atividade preparatória 03, identificaram qual das amostras transbordou com maior

<sup>1</sup> Seixo: Fragmento de rocha dura, pedra solta, calhau; Seixo rolado: seixo sem arestas, porque arredondado pelo desgaste, e que se encontra à beira-mar e em margens e leito de rios caudalosos.

volume de água. As informações foram registradas nas fichas de atividades preparatórias 02 e 03 (APÊNDICE F).

No último tempo da etapa, com as quantidades de materiais determinadas (cimento, areia, brita 0, brita 1, seixo, argila expandida e água), exibi dois vídeos da produção do concreto e da moldagem do corpo de prova<sup>2</sup> e outro vídeo em que apresentava os corpos de prova, fazendo as medições das dimensões e dos pesos de cada amostra. Os alunos foram responsáveis pelo cálculo da área, do volume e da densidade ou peso específico. Com o resultado de todos os pesos específicos das amostras, solicitei que cada aluno apresentasse seu trabalho para eu representar os dados por meio de uma tabela, possibilitando que todos analisassem os resultados.

Na sequência, apresentei dois textos complementares, intitulados “Cálculo e tabela de pesos específicos” o capítulo 01 nas páginas 23 e 24 do livro Concreto armado eu te amo – Volume 01 e “Cargas que atuam nas edificações” no capítulo 16 nas páginas 93 a 95, do livro Concreto armado para arquitetos, para os alunos levantarem novos dados referentes à proposta da Atividade Experimental Investigativa. E solicitei que, posteriormente, descrevessem novas hipóteses, analisando os resultados encontrados. Por fim, pedi que, de forma organizada, planejada e em grupo, elaborassem o relatório final e o enviassem na sala do ambiente virtual de aprendizagem.

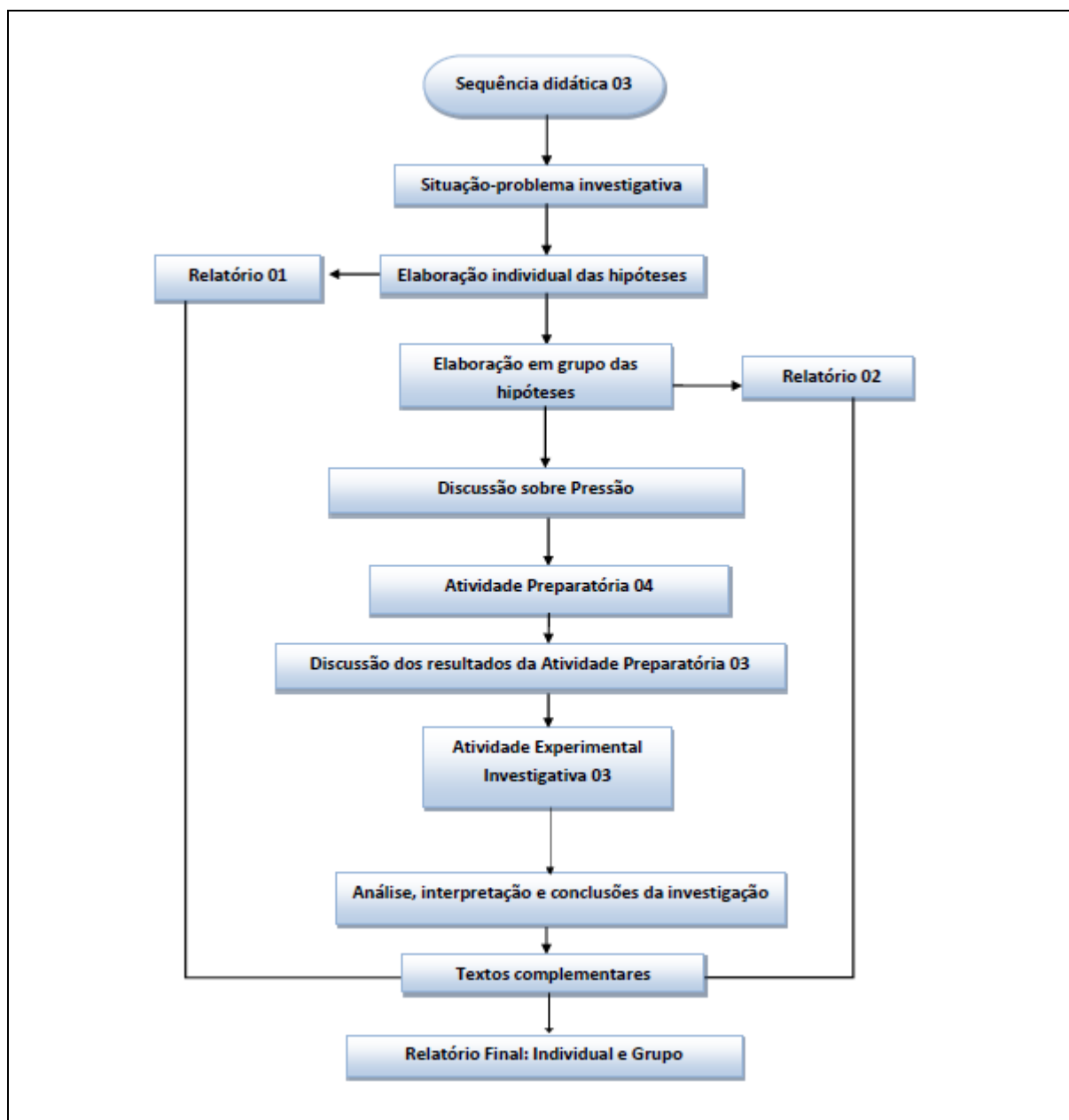
### **Sequência didática 03**

Nesta sequência didática foi desenvolvida a atividade preparatória 04 e a atividade experimental investigativa 03, conforme apresentação gráfica da Figura 9:

---

<sup>2</sup> Corpo de prova: Amostra de forma e dimensões padronizadas, preparada para ser submetida a ensaios com fim de se verificarem determinadas características do material que a constitui.

Figura 9 - Estrutura gráfica da Sequência Didática 03



Fonte: Do autor (2020).

Essa sequência, intitulada Edifício/Fundação, teve como objetivo propor aos alunos situações envolvendo pressão. Lancei a seguinte situação-problema investigativa aos alunos: *Temos três amostras de solos coletadas em terrenos de bairros distintos, que apresentam características granulométricas bem diferentes (fina, média e grossa) e três tijolos maciços com dimensões iguais que representam a edificação (prédio, casa, etc.). Ao colocarmos o tijolo (prédio) sobre o solo, qual será sua impressão? E se assentarmos o tijolo em outras posições, as impressões*

*no solo serão modificadas? Qual o tipo de solo para executar a edificação? Será preciso fazer fundação do tipo profunda? Todas as respostas terão de ser justificadas.*

Os alunos elaboraram hipóteses para a resolução da investigação, primeiro individualmente e depois em grupo, sendo que as proposições foram descritas nos relatórios 01 e 02 (APÊNDICE G). Na etapa seguinte foi discutido o tema “Pressão e tensão nos esforços de um elemento estrutural”, momento em que expliquei sobre pressão e tensão nas estruturas de uma edificação.

Na quarta atividade preparatória realizada em grupo, selecionei sete materiais de construção civil para serem estudados e forneci os dados da pesagem e medidas das peças dos materiais de construção. Assim, o aluno foi responsável pelo cálculo, pela elaboração da tabela de pesos por área e pela análise dos resultados obtidos.

Na atividade experimental investigativa 03, cuja ficha de atividade se encontra no Apêndice G, os alunos, em grupo, levantaram as hipóteses, elaboraram e analisaram a tabela com os resultados encontrados na investigação. Com a leitura complementar, tiveram acesso a dois trechos de textos do livro Concreto armado eu te amo – Volume 2, “Telhado e outras coberturas de prédios e suas influências no projeto estrutural”, no subtítulo 3.8 páginas 80 e 81; “Entendendo a função e o dimensionamento de um radier: uma observação estrutural muito interessante sobre hiperestaticidade dos prédios de concreto armado”; no subtítulo 5.10, páginas 191 e 192. Os alunos fizeram a leitura dos textos e, no final da atividade experimental investigativa, elaboraram um relatório comparando as hipóteses iniciais e finais e os textos complementares.

### **3.4.5 Questionário de avaliação**

Esta atividade foi aplicada no quinto encontro da intervenção pedagógica, com tempo de 120 minutos, no Ambiente Virtual de Aprendizagem. Teve como objetivo atender o terceiro objetivo específico da pesquisa, qual seja, verificar se os resultados obtidos durante a prática pedagógica apresentam indícios de que as atividades experimentais investigativas possibilitam um caminho diferenciado para o ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções.

O questionário apresentou cinco questões dissertativas (APÊNDICE H) para analisar os conceitos adquiridos pelos alunos após a aplicação das atividades experimentais investigativas e mais cinco questões para avaliar as atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica. Com base nas respostas individuais dos alunos, tive oportunidade de analisar suas percepções em relação às atividades propostas na sequência didática e os conhecimentos adquiridos.

### **3.4.6 Análise dos dados**

Nesta pesquisa utilizei como metodologia a atividade experimental investigativa e os procedimentos desenvolvidos apresentaram características aproximadas de estudo de caso. O estudo teve caráter qualitativo, com natureza descritiva e exploratória e os dados foram coletados utilizando os seguintes instrumentos: questionário, ficha de atividade, relatórios, diário de bordo e vídeo.

A partir das atividades experimentais investigativas desenvolvidas na turma e dos questionários aplicados na etapa inicial e final do estudo, busquei identificar as percepções dos alunos sobre os problemas e as possíveis soluções apresentadas, submetendo os dados produzidos à análise descritiva. Sobre a interpretação dos dados da pesquisa, Yin (2016, p. 231) descreve que:

Estudos investigativos não terminam com a simples análise de seus dados ou com a apresentação de seus achados empíricos. Bons estudos devem dar dois passos para interpretar os achados e depois extrair uma ou várias conclusões gerais do estudo como um todo.

Assim, é importante interpretar os dados em todas as partes do estudo. Yin (2016, p. 233) define a ação de interpretar como a “arte de dar seu próprio significado a seus dados recompostos e arranjos de dados”. O autor ainda aponta que a “descrição” é um modo potencial de interpretação e revisão em estudos qualitativos, ou seja, que as estruturas descritivas servem de modelo para analisar e interpretar dados coletados de estudos, podendo apresentar variados níveis de detalhe (YIN, 2016).

Dessa forma, para analisar o questionário de avaliação conceitual dos conhecimentos dos alunos, primeiramente fiz uma leitura das respostas e, na sequência, fiz as correções, usando os seguintes indicadores: certo, errado ou

acerto parcial. Com relação às questões de natureza dissertativa, considerei cada grupo de respostas e fiz a transcrição descritiva dos resultados coletados, com base nos conceitos abordados na disciplina Estabilidade das Construções. E, finalmente, no questionário para obtenção de dados avaliativos referentes à intervenção pedagógica, descrevi e analisei as respostas registradas pelos alunos.

Para a análise do desenvolvimento das atividades preparatórias e experimentais investigativas, fiz a descrição das gravações de vídeo dos pesquisados, sem interpretação, apenas anotando no diário de bordo. Também fui registrando observações sobre o que foi visto, ouvido e lido durante a investigação. Do mesmo modo, codifiquei algumas informações com utilização de relatórios, tabelas e desenhos elaborados pelos alunos.

Para Minayo (2012), ao realizar uma pesquisa social, durante a etapa de análise de dados é necessário interpretar os dados, comprovar ou não as hipóteses levantadas, preencher questionários elaborados e expandir novos conhecimentos referentes ao tema pesquisado, associados com os fundamentos teóricos da pesquisa. A autora ainda relata que a pesquisa de natureza qualitativa possibilita que as informações obtidas no decorrer dos trabalhos de coleta e durante a análise de dados sejam analisadas conjuntamente durante os dois processos. Sendo assim, alguns procedimentos usados na análise dos dados serão mencionados durante a discussão dos resultados.

No próximo capítulo, então, exponho a análise e discussão dos resultados apresentados pelos alunos durante a intervenção pedagógica, segundo o que foi descrito neste tópico.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo descrevo os resultados decorrentes da intervenção pedagógica, apresentando os dados coletados. Assim, neste contexto trago o método usado na análise de dados e os resultados obtidos no questionário de conhecimentos prévios e nas atividades experimentais investigativas. Por fim, discuto os resultados do questionário de avaliação da prática pedagógica.

Para melhor compreensão do leitor, este capítulo está dividido em três subcapítulos. No primeiro, faço a análise do questionário de conhecimentos prévios e, no segundo, a análise com base nas atividades experimentais investigativas. Enfim, no terceiro e último, apresento o questionário de avaliação, como instrumento de apreciação da prática utilizada neste trabalho.

### **4.1 Análise do questionário de conhecimentos prévios**

Primeiramente apliquei um questionário (APÊNDICE D) como instrumento de coleta das informações iniciais, com questões abertas, por meio das quais procurei constatar os conhecimentos prévios dos alunos envolvidos na pesquisa. Propus essa atividade para contemplar um dos objetivos da pesquisa, qual seja, identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conteúdos de física e matemática relacionados aos conteúdos de Estabilidade das Construções.

Assim, o questionário de conhecimento prévio foi composto de sete questões relacionadas à figura geométrica, a medidas de volume, de área, de superfície, de peso e transformação de medidas. Subsequentemente, os questionários serviram

como material de análise, buscando evidências de conhecimento prévio dos alunos a respeito de Análise Estrutural, Pesos por área e Pesos específicos ou Densidade. Na sequência, o Quadro 7 apresenta os conceitos abordados nas questões:

Quadro 7 - Distribuição dos conceitos abordados no Questionário de Conhecimentos Prévios

Questões	Figura Geométrica	Medidas					Pesos			Transformação de Unidades
		Superfície	Peso	Volume	Área	Dimensões	Lineares	Área	Específicos	
1	X	X		X						X
2	X	X	X	X	X			X		
3		X	X	X					X	X
4		X	X	X					X	X
5			X		X			X		
6			X			X	X			
7			X			X	X			

Fonte: Do autor (2020).

A maioria das questões abordou medidas de superfície, peso e volume, conceitos essenciais para o desenvolvimento do conteúdo Análise Estrutural na disciplina de Estabilidade das Construções. Para a correção das questões dissertativas, considerei os seguintes indicadores: certo, para as respostas que apresentaram a solução completa; acerto parcial, para as que tiveram somente um erro; e errado para as que apresentaram mais de um erro.

Com base nas respostas dadas ao questionário, referentes à questão 01 – Vamos analisar a figura, que apresentava oito subquestões, verifiquei que os alunos conseguiram identificar a forma geométrica, resolveram o cálculo da medida da circunferência, reconheceram as medidas do diâmetro e do raio e também desenvolveram os cálculos das áreas da lateral e das bases e do volume. Também constatei que, embora os alunos tenham acertado os resultados das questões, somente o aluno A<sup>1</sup> identificou corretamente as unidades medidas correspondentes. Os alunos A<sup>2</sup>, A<sup>5</sup> e A<sup>6</sup> não apresentaram as unidades medidas e os alunos A<sup>3</sup> e A<sup>4</sup> apresentaram algumas unidades de medidas incompatíveis.



Na Figura 10, apresento as respostas do aluno A<sup>2</sup>, com os resultados corretos, porém sem a identificação das unidades de medidas.

Figura 10 - Resposta da questão 01 do aluno A<sup>2</sup>

$C = 2 \cdot 3,14 \cdot 8$   
 $C = 50,24$

$d = 2 \cdot r$   
 $d = 2 \cdot 8$   
 $d = 16$

$r = 8$

altura de 15 cm.

Área da base  $\rightarrow A_b = \pi \cdot r^2$   
 $A_b = 3,14 \cdot 8^2$   
 $A_b = 3,14 \cdot 64$   
 $A_b = 200,96$

Área da lateral  $\rightarrow A_l = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$   
 $A_l = 2 \cdot 3,14 \cdot 8 \cdot 15$   
 $A_l = 6,28 \cdot 120$   
 $A_l = 753,6$

Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>2</sup>.

Analisando as respostas da questão 01, identifiquei, como principal dificuldade dos alunos, o reconhecimento das unidades de medidas. Uma justificativa para isso pode ser o fato de não terem considerado importante representá-las. Para Rocha (2019), as unidades de medida e grandeza são temas de extrema importância no desenvolvimento do aluno no ensino da matemática. O autor define unidade de medida como sendo o nome dado à representação da quantidade referente às grandezas físicas. Ainda acerca de sua importância, relata que: “Na vida moderna, os indivíduos estão em contato direto e constante com as unidades de medidas, uma vez que elas padronizam e identificam os determinados modelos de mensuração” (ROCHA, 2019, p. 2).

A Figura 11 traz a resposta do aluno A<sup>4</sup>, que apresentou o resultado do cálculo corretamente, mas usou unidades de medidas incoerentes, ou seja, ele fez o desenvolvimento do cálculo das áreas usando unidade medida em centímetro, mas, no cálculo do volume, representou o resultado em metro quadrado.

Figura 11 - Resposta da questão 01 do aluno A<sup>4</sup>

$Ab = 3,14 \cdot 8^2$   
 $Ab = 3,14 \cdot 64$   
 $Ab = 200,96 \text{ cm}^2$

$Ab = 3,14 \cdot 36^2/4$   
 $Ab = 803,84/4$   
 $Ab = 200,96 \text{ cm}^2$

$Ab = 401,92 \text{ cm}^2$

g)  $Dim. V = Ab \times h$   
 $V = 200,96 \times 15$   
 $V = 3,011.4 \text{ m}^2$

Fonte: Do autor (2020) com base no aluno A<sup>4</sup>.

De acordo com outros dados coletados na questão 01, sobre a transformação de unidades de medidas, os alunos apresentaram dificuldade na conversão de centímetro para milímetro. Rocha (2019), ao abordar o ensino das unidades de medidas e dos múltiplos e submúltiplos, afirma que o sistema de medida é fundamental no ensino da matemática. Segundo o autor, durante o ensino fundamental o aluno deve começar os primeiros aprendizados e no ensino médio esses conteúdos devem ser abordados com profundidade. Dessa forma, as propostas aos alunos devem consistir em problemas cada vez mais contextualizados, exigindo um conhecimento amplo sobre unidades de medidas e suas conversões em múltiplos e submúltiplos.

Cabe destacar que os alunos A<sup>1</sup>, A<sup>5</sup> e A<sup>6</sup> não conseguiram fazer a transformação de unidades de medidas de centímetro para milímetro. A Figura 12 mostra a resposta do aluno A<sup>5</sup>:

Figura 12 - Resposta da questão 01 do aluno A<sup>5</sup>

g) 1500 / 800

Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>5</sup>.

Na correção da questão 02 – Vamos analisar o bloco de concreto simples -, que apresentou cinco subquestões, a primeira constatação foi que somente o aluno A<sup>5</sup> respondeu como sendo um quadrado a forma geométrica; o restante apresentou a resposta correta. Os alunos A<sup>2</sup>, A<sup>3</sup>, A<sup>4</sup>, A<sup>5</sup> e A<sup>6</sup> novamente tiveram dificuldade para

transformar quilograma em tonelada, de acordo com o registro feito pelo aluno A<sup>2</sup> (FIGURA 13):

Figura 13 - Resposta da questão 02 do aluno A<sup>2</sup>

Handwritten calculations on lined paper:

$$d) 1 \text{ m}^3 = 2400 \text{ kgf}$$

$$9 \cdot 2400 = 21.600 \text{ kgf}$$

Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>2</sup>.

A subquestão que solicitava que os alunos calculassem a pressão do bloco sobre a superfície não foi resolvida pelos alunos A<sup>5</sup> e A<sup>6</sup>. Os demais calcularam usando área total do bloco, no entanto, o correto seria apenas calcular a área do bloco que estava em contato com a superfície plana. Para Yamamoto (2017), a pressão é definida como grandeza escalar, que tem sua intensidade medida pela razão entre a força resultante normal e a área da superfície sobre a qual ela atua. Sendo assim, esses alunos não apresentaram o resultado correto. A Figura 14 mostra a resposta do aluno A<sup>1</sup>:

Figura 14 - Resposta da questão 02 do aluno A<sup>1</sup>

Handwritten calculations on lined paper:

a)  $A_b = a \cdot b$      $A_h = 2 \cdot a \cdot c + 2 \cdot b \cdot c$      $A_T = 2 \cdot a \cdot b + 2 \cdot b \cdot c + 2 \cdot a \cdot c$   
 $A_b = 3 \cdot 2$      $A_h = 2 \cdot 3 \cdot 1,5 + 2 \cdot 2 \cdot 1,5$      $A_T = 2 \cdot 3 \cdot 2 + 2 \cdot 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 3 \cdot 1,5$   
 $A_b = 6 \text{ cm}^2$      $A_h = 9 + 6$      $A_T = 12 + 6 + 9$   
 DUAS BASES  $A_b = 6 \times 2$      $A_h = 15 \text{ cm}^2$      $A_T = 27 \text{ cm}^2$   
 $A_b = 12 \text{ cm}^2$

b)  $V = a \cdot b \cdot c$   
 $V = 3 \cdot 2 \cdot 1,5$   
 $V = 9 \text{ cm}^3$

d)  $1 \text{ kgf} = 0,001 \text{ Tmp}$      $2400 \text{ kgf} = 2,4 \text{ Tmp}$      $21.600 \text{ kgf} = 21,6 \text{ Tmp}$

e)  $P = \frac{F}{a}$      $P = \frac{21.600}{27}$      $P = 800 \text{ kgf/cm}^2$

Fonte: Do autor (2020), com base no A<sup>1</sup>.

Em relação ao desenvolvimento da resolução da questão 03, sobre Pesos

Específicos, os alunos conseguiram transformar a unidade de medida litros para metro cúbico e todos identificaram o material, analisando a tabela para resolução da questão. Apenas um aluno não apresentou as unidades de medidas correspondentes, como mostra a Figura 15, que traz a resolução do aluno A<sup>2</sup>.

Figura 15 - Resposta da questão 03 do aluno A<sup>2</sup>

3 -  $2000 : 1000 = 2$

$D = \frac{m}{V}$

$D = 2 = m = 1050 \Rightarrow \text{madeira angico}$

2100

Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>2</sup>.

Na questão 04, os alunos tiveram de desenvolver o cálculo de peso da laje de concreto armado, envolvendo cálculo de volume e utilizando peso específico do concreto. Somente o aluno A<sup>6</sup>, mesmo utilizando os dados fornecidos no enunciado sobre o cálculo e o valor do peso específico, apresentou resposta sem nexos, como se não tivesse entendido a pergunta, como mostra a Figura 16, abaixo:

Figura 16 - Resposta da questão 04 do aluno A<sup>6</sup>

4 -

$P = ?$

$h = 30 \text{ cm}$

$L = 5 \text{ m}$

$C = 4,20 \text{ m}$

$\text{KN/m}^3 : \text{PE} = 25,00$

$V = 6,3$

$V = 0,3 \cdot 5 \cdot 4,20$

$Y = \frac{P}{V}$

$Y = \frac{25}{6,3} = 3,968$

Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>6</sup>.

Também verifiquei que os demais alunos apenas aplicaram a fórmula para encontrar um resultado, não apresentando a transformação de unidades quilo newton em tonelada força; portanto, não conseguiram fazer a comparação com o

peso do ônibus. A Figura 17 representa a resposta do aluno A<sup>1</sup> que fez uma análise do peso da laje de concreto e do ônibus, embora incoerente.

Figura 17 - Resposta da questão 04 do aluno A<sup>1</sup>

Handwritten student work for question 04. The work shows several instances of the formula  $V = P$ , with values for  $V$  and  $P$ . The final calculation is  $P = 25 \times 6.3$ , resulting in  $P = 157.5 \text{ kN}$ . A note at the bottom says "Este peso é pouco comparado ao ônibus."

Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>1</sup>.

Analisando a questão 05, constatei que todos os alunos conseguiram resolver a questão sobre peso por área. Nas questões 06 e 07, os alunos A<sup>1</sup>, A<sup>2</sup>, A<sup>3</sup>, A<sup>4</sup> e A<sup>5</sup> obtiveram êxito no cálculo do diâmetro da barra de aço, analisando o quadro dos pesos lineares das barras; apenas o aluno A<sup>6</sup> deixou de fazer as questões 06 e 07.

Avaliando as respostas do questionário de conhecimentos prévios, elaborado para atender o primeiro objetivo específico da pesquisa - identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conteúdos de física e matemática relacionados aos conteúdos de Estabilidade das Construções -, posso afirmar que o resultando foi alcançado. Os alunos apresentaram, como principais dificuldades, identificar e transformar unidade de medidas e determinar a pressão, conforme foi proposto em uma das questões. Como ponto positivo, a maioria soube aplicar as fórmulas e interpretar as tabelas para resolução das questões.

A partir da análise dos exercícios e da identificação dos erros apresentados, foi possível definir quais melhorias deveriam ser trabalhadas nas Atividades Experimentais Investigativas.

## 4.2 Análise das Atividades Experimentais Investigativas

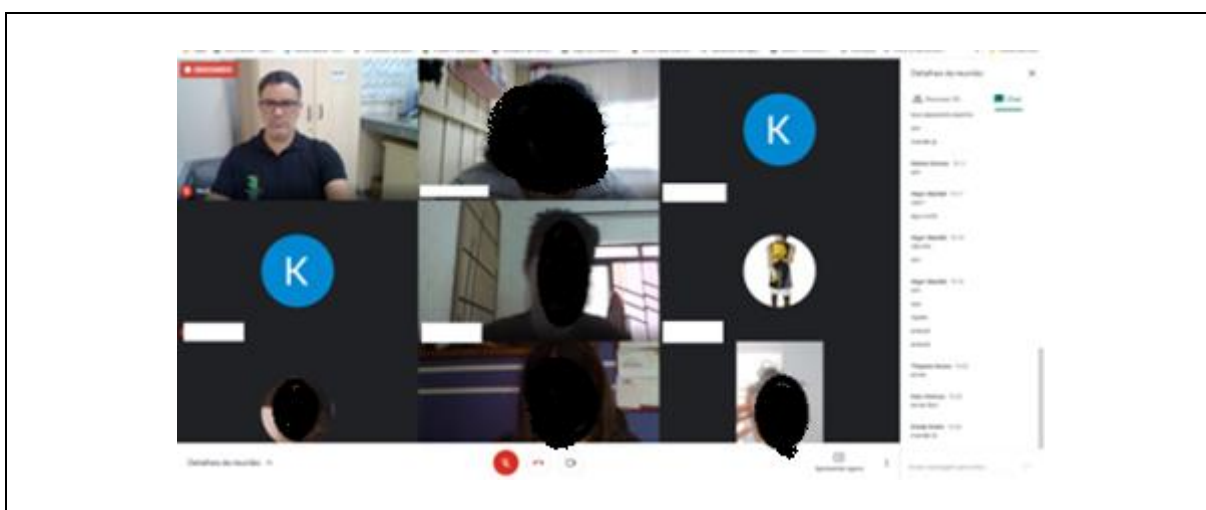
Neste capítulo apresento a análise e discussão acerca das ações realizadas nas Atividades Experimentais Investigativas que foram realizadas no Ambiente Virtual de Aprendizagem – AVA, em momentos síncronos *online*, por meio de aplicativo de comunicação e interação Google Meet e emprego de atividades não

presenciais.

Carvalho (2018) destaca a relevância, no ensino de Física e da Ciências, de atividades investigativas, não necessariamente em laboratório. Ressalta ainda a necessidade de serem atividades diferenciadas, que envolvam situações-problemas e resoluções, questionamentos e diálogos, bem como introduzam conceitos para que os alunos construam conhecimento. Segundo a autora, a investigação deve fazer sentido para o aluno, ou seja, ele deve saber o porquê de estar investigando e o professor deve propor problemas relacionados ao conteúdo que está sendo estudado.

As atividades, cujos roteiros constam nos Apêndices E, F e G, foram desenvolvidas com base nos conteúdos programáticos da disciplina de Estabilidade das Construções, com os alunos do segundo ano do Curso Técnico em Edificações, em três encontros com duração média de 180 minutos cada. Busquei, com essas atividades, oportunizar ao aluno o ensino de tópicos de matemática - medidas de volume, superfície, capacidade, massa, comprimento e transformação de unidade de medidas - e de física - conceitos de pesos, pressão e densidade. A Figura 18 ilustra os alunos na Atividade Experimental Investigativa 01.

Figura 18 - Imagem da videoconferência com os alunos durante a Atividade Experimental Investigativa 01



Fonte: Do autor (2020).

O roteiro dessa atividade, que se encontra no Apêndice E, traz como objetivo explorar a percepção do aluno quanto à substituição de barras de aço. Em síntese, a



primeira investigação teve intuito de instigar o aluno a refletir sobre uma situação do cotidiano do profissional em edificações.

A questão trouxe a seguinte situação: durante a execução de uma peça estrutural (pilar/viga) da obra, o mestre de obras constatou que as barras de aço de 16mm tinham acabado, no entanto, havia, no canteiro de obra, barras de diâmetro de 8mm. O mestre de obras poderá fazer a substituição das barras de 16mm pelas barras de 8mm? Se for possível, quantas barras serão necessárias para a execução dessa peça estrutural? A Figura 19 mostra as barras de aço com diâmetros identificados.

Figura 19 - Barras de aço ou vergalhões com os diâmetros de 5mm, 6,3mm, 8mm, 10mm e 16mm



Fonte: Do autor (2020).

Na sequência, apresento algumas respostas referentes a essa questão. Nas hipóteses iniciais apresentadas pelos alunos, percebi que a maioria não substituiria as barras de aço por razões relacionadas ao projeto estrutural. Mostraram certa preocupação se, em caso de substituição, a estrutura suportaria os pesos lançados quando da elaboração do projeto. Destaco alguns registros de alunos:

*A<sup>2</sup>: “Acredito que não seria possível substituir, pois a peça estrutural foi pensada para aquela barra de 16mm; então, observando por esse modo, não seria possível usar a barra de 8mm, pois mudaria a estrutura da peça e sua resistência”.*

*A<sup>5</sup>: “Acho que não, por que tem uma diferença entre 16mm e 8mm acho que essa diferença iria prejudicar na estrutura”.*

*A<sup>3</sup>: “Por um lado pode ser, se colocasse duas barras de 8mm, mas isso mudaria totalmente a estrutura. Então para mim, isso não seria recomendável”.*

Dessa forma, observei que a maioria dos alunos criou as hipóteses iniciais

levando em conta a resistência das barras de aço em relação à estrutura e não considerando a substituição quanto à área da seção da barra, analisando as dimensões. Alguns alunos descreveram que poderia ser feita a troca, analisando as áreas da seção da barra, mas ficaram em dúvida, conforme descrevem os alunos A<sup>1</sup>, A<sup>4</sup> e A<sup>6</sup>:

*A<sup>1</sup>: “Ele poderá substituir, mas para isso, devido a barra de 8mm ser a metade da outra barra, deverá usar o dobro de barras que usaria anteriormente para compensar o esforço que a barra sofrerá”.*

*A<sup>4</sup>: “Até poderia. Entretanto seria necessário utilizar entorno de duas barras de 8 mm para alcançar a resistência da barra de 16 mm. Então, com duas barras de 8mm conseguiremos alcançar a resistência de uma de 16mm. Ou também utilizando uma barra de 8 mm com uma maior resistência”.*

*A<sup>6</sup>: “Eu acredito que não será possível, porque que mesmo dobrando quantidade da barra não seria a apropriado pois a diferença entre as duas é muito grande”.*

Essas hipóteses iniciais vêm confirmar que os alunos têm fundamentações técnicas, estudadas em outras disciplinas do núcleo profissionalizante e referentes à elaboração e execução do projeto estrutural de uma edificação. Em seguida, descreveram as hipóteses em grupo:

Foi decidido que não seria possível fazer essa substituição, pois essa peça estrutural foi deduzida e calculada a partir da ideia de utilizar a barra de aço de 16 mm, logo utilizar a barra de aço de 8 mm afetaria totalmente a estrutura, pois são possibilidades e cálculos divergentes.

A resposta do grupo demonstra que os alunos realmente consideraram a elaboração do projeto estrutural: se no quadro de ferragem ou no detalhamento da estrutura consta o diâmetro de 16 mm, terão de seguir com a mesma medida da barra.

Na sequência da atividade experimental investigativa, apresentei um vídeo com o experimento 01, no qual eu media e pesava cinco barras de aço de comprimento e diâmetro diferentes. Assistindo ao vídeo, os alunos iam registrando os dados: como o diâmetro foi fornecido em milímetro, eles tiveram de transformar em centímetro e metro. Assim, anotaram o valor do peso e comprimento e calcularam a circunferência em centímetro e o peso linear de cada barra. Todos os alunos elaboraram uma planilha no Excel para apresentação dos resultados. A Figura 20 apresenta a planilha do aluno A<sup>1</sup>:

Figura 20 - Tabela dos diâmetros, pesos, comprimentos, circunferências e pesos



lineares das barras de aço, com transformação de unidades de medidas, elaborada pelo aluno A<sup>1</sup>

Diâmetro (mm)	Diâmetro (cm)	Peso (Kgf)	Comprimento (cm)	Comprimento (m)	Circunferência(cm)	Peso linear(Kgf/m)
16	1,6	0,47	31	0,31	5,024	1,51
10	1	0,56	94	0,94	3,14	0,59
8	0,8	0,23	61	0,61	2,512	0,37
6,3	0,63	0,07	29	0,29	1,9782	0,24
5	0,5	0,1	66	0,66	15,7	0,15

Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>1</sup>.

Essa etapa do Experimento 01 conduziu os alunos à observação e compreensão dos diferentes diâmetros em relação à circunferência e ao peso entre as barras e, no final, os alunos começaram a se apropriar do conceito de peso linear. Como afirma Botelho (2013, p. 31): “Para peças que têm seção constante (barras de aço, cordas de sisal, etc.), elas podem ter seu peso expresso por metro. Isso é válido para cada diâmetro”.

Em seguida, propus duas perguntas referentes ao experimento, para os alunos refletirem: o que havia de diferente em cada barra de aço? Na sua opinião, as diferenças das barras de aço afetariam os cálculos de um projeto estrutural? Como?

A respeito da elaboração de perguntas durante o processo de ensino, segundo Carvalho (2018), o professor que se propõe a desenvolver atividades investigativas, além de saber o conteúdo que está trabalhando, deve apresentar ações de um professor questionador, que sabe conduzir as perguntas, proporcionando estímulo aos alunos e propondo desafios. Assim, deixa de ser um professor que usa metodologias expositivas e torna-se um orientador no processo de ensino.

Analisando as respostas referentes às perguntas citadas, constatei que a maioria dos alunos percebeu as diferenças das barras em relação ao seu peso e também a relevância da circunferência e dos diâmetros para a elaboração do projeto estrutural, como mostra a resposta do aluno A<sup>2</sup>:

1- A barra de 8mm, tinha uma circunferência menor que a barra de 16mm; e mesmo colocando duas barras no lugar de uma de 16mm, a circunferência ainda não seria a mesma, as duas de 8mm ainda seriam menores e menos

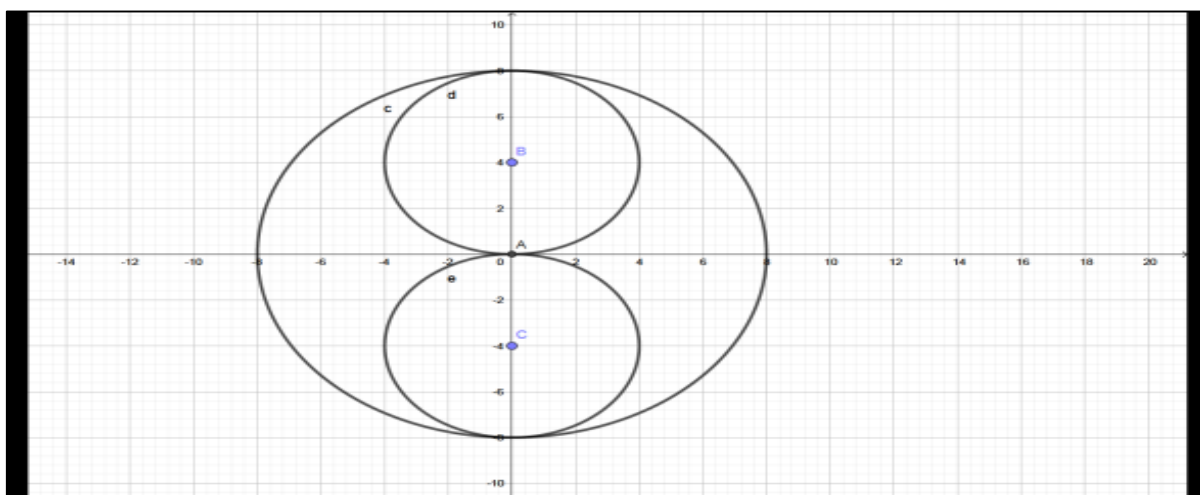
eficazes para aquela situação. 2- Sim, pois como as circunferências eram menores, e os cálculos foram feitos para uma barra de aço de 16mm, então, usando duas de 8mm, poderia ainda dar errado, pois as diferenças são grandes, então correria o risco da estrutura, não ser tão resistente.

Voltando à sequência didática, solicitei aos alunos a construção, com a utilização do aplicativo matemático Geogebra, de um desenho com os diâmetros das barras para eles averiguarem se a área da seção de duas barras de 8mm perfaz a mesma de uma barra de 16mm. Na avaliação, os alunos disseram que foi muito interessante desenhar pelo Geogebra e descreveram no relatório em grupo:

Que quando fizeram o desenho das barras através do Geogebra, perceberam que mesmo que fosse feito a alteração para duas barras de 8 mm, não preencheriam o espaço da barra de 16 mm, logo concluíram que não seria possível fazer a substituição da barra de 16 mm pela barra de 8 mm.

Essa constatação fica clara no desenho das áreas da seção das duas barras de 8mm e 16mm, representadas pelo aluno A<sup>4</sup> usando o aplicativo Geogebra (FIGURA 21).

Figura 21 - Desenho traçado pelo aluno A<sup>4</sup> das duas barras de aço 8mm e de uma barra de 16mm, utilizando o geogebra



Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>4</sup>.

Continuando com a sequência didática, pedi mais uma vez que criassem novas hipóteses referentes à substituição das barras, tendo como referência as atividades que foram desenvolvidas.

Nessa etapa, alguns alunos descreveram que poderia ser feita a substituição, porém percebi que passaram a analisar a área da seção das barras. O aluno A<sup>3</sup> aventou a possível substituição das barras, mas afirmou que não iria usar apenas

duas barras de 8mm, e sim quatro. Já o aluno A<sup>6</sup> relatou que não seria possível a substituição porque duas barras de 8mm não têm a mesma área de uma barra de 16mm. Seguem as descrições dos alunos.

*A<sup>2</sup> - “Caso precisem ser substituídas, seriam usadas 4 barras de 8mm chegariam perto do valor de uma de 16mm, pois o valor da circunferência estaria mais próximo da barra original, e não causaria tantos danos assim, na estrutura. Por fim, seria praticamente possível usar 4 barras de 8mm, e assim chegaria mais perto do tamanho original e seria mais proveitoso e resistente para a estrutura”.*

*A<sup>6</sup> – “Não, não será possível pois mesmo que tenha 2 barras de 8mm que para substituir a de 16mm, a área da base não será de 16mm”.*

Analisando o relato do aluno A<sup>6</sup>, é possível identificar que ele não percebeu a necessidade de outras barras de 8mm, enquanto o aluno A<sup>2</sup> descreveu que seriam necessárias mais duas barras de 8mm para perfazer a área da barra de 16mm. Na resposta em grupo, foi exposto o seguinte:

Seria possível substituir uma barra de 16mm, por 4 quatro barras de 8mm, elas conseguiriam atingir a mesma resistência, mas sua área seria diferente da original; neste caso, a opção estaria sendo válida, porém não recomendada pela questão das áreas diferentes, podendo causar algum dano na estrutura.

Portanto, os alunos não substituíram as barras por questões técnicas, mas, se fosse possível, iriam utilizar quatro barras de 8mm. No entanto, houve alunos que não conseguiram visualizar as quatro barras de aço. Nesse sentido, Gibim e Souza Filho (2016) ponderam que, durante o processo das atividades experimentais investigativas, o importante não é apenas o resultado, mas o processo do ensino. O erro do aluno, durante o processo, possibilita o início de nova etapa, a organização do saber; portanto, o professor precisa explorar esse momento.

Então sugeri a elaboração da tabela das seções do aço, utilizando os seguintes dados: o diâmetro com as duas unidades de medidas em milímetro e centímetro, o peso linear e a circunferência que foi calculada no experimento 01. Portanto, nessa atividade os alunos tiveram de calcular as áreas das seções de cada barra, o que proporcionou, ao aluno A<sup>4</sup>, a percepção de que eram necessárias mais duas barras, como demonstra a Figura 22, com a tabela elaborada pelo aluno.

Figura 22 - Tabela de aço com os diâmetros, circunferências, pesos lineares e áreas das seções de cada barra, apresentada pelo aluno A<sup>4</sup>

Diâmetro (mm.)	Diâmetro (cm)	Peso linear (Kg/m)	Circunferência (cm)	Área das seções das barras $A_s$ (cm <sup>2</sup> )			
				1	2	3	4
8	0,8	0,37	2,512	0,5	1	1,5	2
16	1,6	1,51	5,024	2,0	4,02	6,03	8,04
10	1	0,596	3,14	0,785	1,57	2,355	3,14
6.3	0,63	0,241	1,9782	0,311	0,622	0,933	1,244
5	0,5	0,15	1,57	0,196	0,392	0,588	0,784

Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>4</sup>.

Com a construção da tabela de aço, a posterior análise e a observação das medidas da circunferência, os alunos visualizaram a necessidade das quatro barras de 8mm. Depois que fizeram todas as atividades, na hipótese final, elaborada de forma individual, o aluno A<sup>2</sup> descreveu que houve alteração da proposta inicial, conforme denota a resposta a seguir:

Ao nos mostrado no início a questão da substituição das barras, eu neguei que seria possível, pois mesmo que colocasse duas barras de 8mm, suas circunferências seriam diferentes, e de fato seriam, então não seria possível substituir uma barra de 16mm, com duas de 8mm, como vimos no fim. Após alguns experimentos, vimos que 4 barras de 8mm, chegariam perto da circunferência de uma barra de 16mm, e que dessa forma poderíamos usar as tais, quatro barras de 8mm; porém, de toda forma, não seria proveitoso, pois gastaria mais, e ainda dessa forma, não seria a mesma circunferência de uma barra de 16mm, e assim poderia afetar a estrutura e outros fatos negativos.

Nessa descrição do aluno, é possível observar que ele fez uma breve análise dos resultados dos experimentos propostos na sequência didática 01. Isso revela que ele construiu o conhecimento sobre as diferentes circunferências, pesos e comprimentos das barras e, ao mesmo, sobre a possibilidade de técnicas da execução dessa peça estrutural.

Essa constatação vai ao encontro do que Azevedo (2013) descreve sobre atividade investigativa, ou seja, que uma de suas particularidades é que, ao desenvolvê-la, o professor não deve limitar os alunos à manipulação e observação, mas propor momentos em que possam refletir, discutir, explicar e expor, promovendo ações em que eles sejam protagonistas na construção do seu conhecimento.

A seguir, as transcrições do relato final do grupo referente à situação-problema investigativa proposta no início da sequência didática:

Através de alguns debates, nosso grupo chegou a conclusão de que sim,

pode haver a substituição de barras de uma bitola, por outras de diâmetro diferente. Através de experimentos, percebemos que se fosse trocada uma barra de 16 mm por duas de 8 mm, as barras de 8 mm acabariam não ocupando a mesma área da de 16, mas isso daria certo se a barra de 16 fosse trocada por quatro de 8 mm, assim, elas ocupariam uma área relativamente igual. Contudo, nosso grupo verificou que isso não seria muito viável, pois pode acabar gerando alguns prejuízos, e influência em outros aspectos, como área e quantidade. Um exemplo claro disso seria a substituição de uma barra de diâmetro específico por outras de tamanho menor. Isso poderia acabar não influenciando na resistência, e tão pouco na área, se fosse utilizado a suposição acima, mas poderia ocasionar em outros problemas, como o grande desperdício e um uso mais significativo de barras.

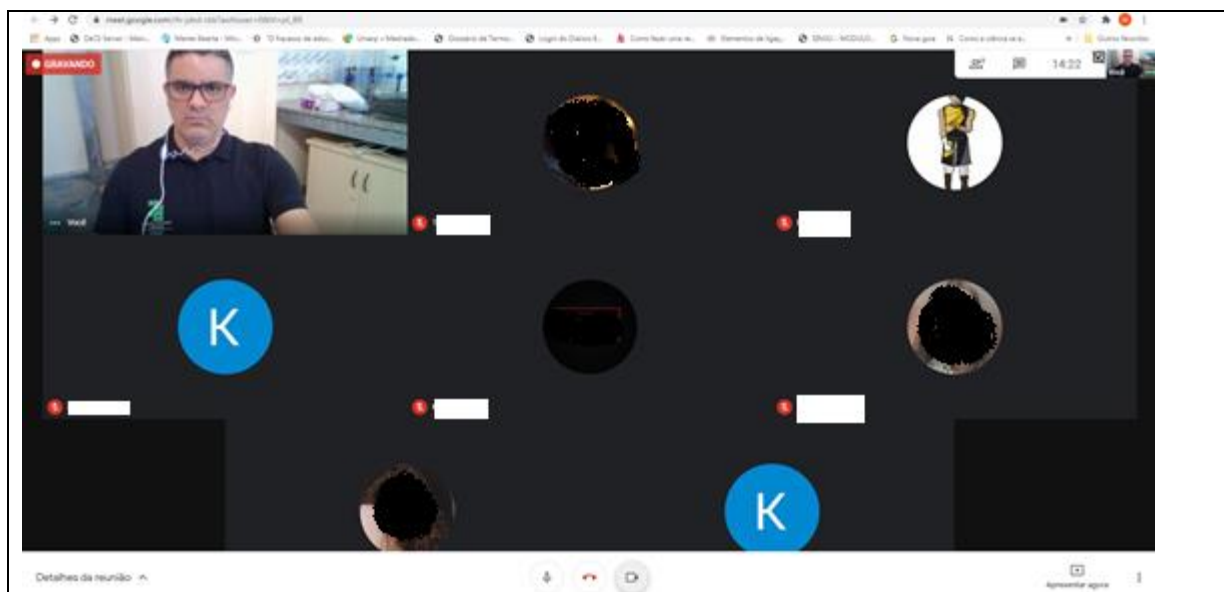
Botelho (2013) descreve que a equivalência de áreas da seção das barras de aço, essa solução intrínseca limitada pela distância mínima entre as barras, definido pela NBR 6118/2004, que pode inviabilizar o uso deste método. Já quanto à substituição das barras, o autor responde à seguinte pergunta:

Na falta de uma barra de aço de determinado diâmetro, poderemos usar com diâmetro menor? O autor responde: Claro que, se for o caso de uma e só uma barra de aço a ser usada com diâmetro menor, em princípio, nada acontecerá com a estrutura, pois esta não tem sensibilidade estrutural para ter problema com isso. Mas até por razões de eventual auditoria, não se aceita a troca de uma armadura por outra de menor diâmetro (BOTELHO, 2013, p. 235).

A equivalência entre diâmetro e barras de aço não deve se tornar uma prática frequente em uma obra - sempre que possível é recomendável entrar em contato com o responsável pelo projeto estrutural, para uma melhor substituição das barras de aço em uma peça estrutural.

Com a segunda atividade experimental investigativa desenvolvida busquei explorar o conteúdo sobre peso específico nos materiais da construção civil. A seguir, descrevo os conteúdos e os desafios apresentados durante a sequência didática. A Figura 23 ilustra a participação dos alunos na Atividade Experimental Investigativa 02.

Figura 23 - Imagem da videoconferência com os alunos durante a Atividade Experimental Investigativa 02



Fonte: Do autor (2020).

Essa atividade foi realizada durante três aulas de 60 minutos (180 minutos). Inicialmente, apresentei a situação-problema investigativa: Ao dar início a um projeto estrutural, é necessário fazer o levantamento dos tipos de materiais que serão utilizados na obra e, principalmente, do seu peso específico. Para a composição do concreto, podemos utilizar o seixo, areia, brita 01, brita 02 ou os dois tipos de brita, argila expandida. Assim, um Engenheiro Civil, ao dar início ao cálculo de um projeto estrutural, ficou em dúvida em relação ao material (areia, seixo, brita 01, brita 02 ou os dois tipos de brita, argila expandida) a ser empregado em sua futura obra. Em qual desses materiais o engenheiro encontrará o maior ou menor peso específico?

Figura 24 - Imagem do vídeo exibido para apresentação dos materiais utilizados nas Atividades Preparatórias 01 e 02 e na Atividade Experimental Investigativa 02



Fonte: Do autor (2020).

No primeiro momento, perguntei aos alunos se conheciam o conceito de peso específico ou densidade e um dos alunos mencionou a fórmula para o cálculo, mas não conseguiu conceituar os termos. Botelho (2013), analisando os efeitos práticos, considera que os dois conceitos são iguais, representando a relação existente entre peso e volume. O autor ainda descreve o peso específico como um índice que mede o maior peso por unidade de volume. Assim, existem várias peças de materiais com o mesmo volume, que podem ter pesos diferentes, ou seja, uns têm maior densidade (peso específico) que outros.

Seguindo com o encontro, os alunos levantaram as hipóteses iniciais, fazendo a análise com os seguintes traços que seriam utilizados na sua obra: T1: areia; T2: areia e brita 0; T3: areia e brita1; T4: areia e seixo; T5: areia, brita 01 e brita 02 e T6: areia e argila expandida. No Quadro 8 estão os resultados das hipóteses iniciais dos alunos:

Quadro 8 - Resultados das hipóteses iniciais dos alunos referentes ao maior e ao menor peso específico das amostras

Aluno	Menor peso específico	Maior peso específico
A <sup>1</sup>	T1	T5
A <sup>2</sup>	T6	T4
A <sup>3</sup>	T1	T4
A <sup>4</sup>	T2	T3
A <sup>5</sup>	T6	T5
A <sup>6</sup>	T1	T5

Fonte: Do autor (2020).

Tive dificuldade de analisar os resultados porque poucos alunos justificaram suas respostas, mas percebi que criaram suas hipóteses de acordo com a granulometria de cada material. O material de menor dimensão dos grãos teria o menor peso específico e o material de maior dimensão dos grãos, o maior peso específico. Sendo assim, não avaliaram os pesos específicos de cada material individualmente. Segue a descrição dos alunos A<sup>1</sup> e A<sup>2</sup>, que justificaram as suas respostas:

A<sup>1</sup>: “Com menor peso específico acredito que seja o t1 por ter apenas a areia. Já com maior peso específico acredito que seja o t5 por conta das britas terem uma alta granulometria”.

A<sup>2</sup>: “Acredito que o com maior peso específico seria o Traço 4, com areia e seixo, pois o seixo tem um peso específico maior que os outros, então, deixaria o concreto mais pesado. Já o de menor peso específico seria o Traço 5, com areia e argila expandida, pois a argila expandida é porosa, e bem leve, deixando o concreto, igualmente mais leve”.

Analisando as respostas, é possível observar que o aluno A<sup>2</sup> considerou o peso específico de cada material, pois menciona que a argila expandida tem características porosas e é leve em relação aos outros materiais. Já o aluno A<sup>1</sup> considerou com maior peso específico a amostra que utilizou os dois tipos de britas e de menor, a que usou apenas um agregado miúdo, a areia.

Em relação às hipóteses da situação-problema investigativa elaboradas em grupo, os alunos tiveram um momento de discussão e não chegaram a uma decisão geral. Os alunos A<sup>2</sup>, A<sup>3</sup> e A<sup>5</sup> afirmaram que o menor peso específico ficaria com a utilização da argila expandida, por ser mais leve e porosa, enquanto os alunos A<sup>1</sup> e A<sup>6</sup> escolheram o T1, por ter apenas um material, a areia. Por fim, o aluno A<sup>4</sup> optou pelo T2, areia e brita 0, considerando o menor volume, dentre os outros. Esse



cenário corrobora a afirmação de Pinheiro (2018) nos resultados da sua dissertação, de que as atividades experimentais investigativas estimulam o aluno a discutir suas ideias com seus colegas e com o professor, o que possibilita a exposição dos seus conceitos e também a reconstrução de outros.

Na sequência, apresentei os experimentos 02 e 03, com intuito de seguir instigando os alunos à reflexão. O experimento 02 consistiu nos seguintes procedimentos - colocar seis de copos de cada material (areia, seixo, brita 0, brita 01 e argila expandida) em recipiente (becker) e pesar cada amostra; no experimento 03 foi adicionado um litro de água em cada amostra. Antes de assistirem ao vídeo do experimento, solicitei aos alunos que identificassem qual das amostras, na sua opinião, teria o maior peso e qual transbordaria com maior quantidade pelo acréscimo de um litro de água.

*A<sup>1</sup>: “A amostra que possui maior peso seria o A3 que são 6 recipientes de brita 1 por ter a maior granulometria”.*

*A<sup>2</sup>: “A Amostra que transbordará será a Amostra 1, pois a areia, não conseguirá “sugar” o suficiente a água, e acabará não suportando os dois no mesmo Becker, então transbordará”.*

Como mostram as respostas dos alunos, o aluno A<sup>1</sup> considerou que o peso maior estaria na amostra de Brita 01, por ter a maior granulometria, e o aluno A<sup>2</sup> explicou que a amostra 01 transbordaria com maior volume de água, porque a areia não permitiria sua absorção. No quadro 9 demonstra os resultados do experimento 02.

Quadro 9 - Resultados do experimento preparatório 02, dos pesos dos agregados (areia, brita 0, brita 1, seixo e argila expandida)

Material	Peso (kgf)
Areia	3,680
Brita 0	3,160
Brita 1	3,230
Seixo	3,580
Argila expandida	1,180

Fonte: Do autor (2020).

Na figura 25 demonstra o resultado do experimento 03.

Figura 25 - Apresentação do resultado do experimento preparatório 03, com o volume de água em cada amostra

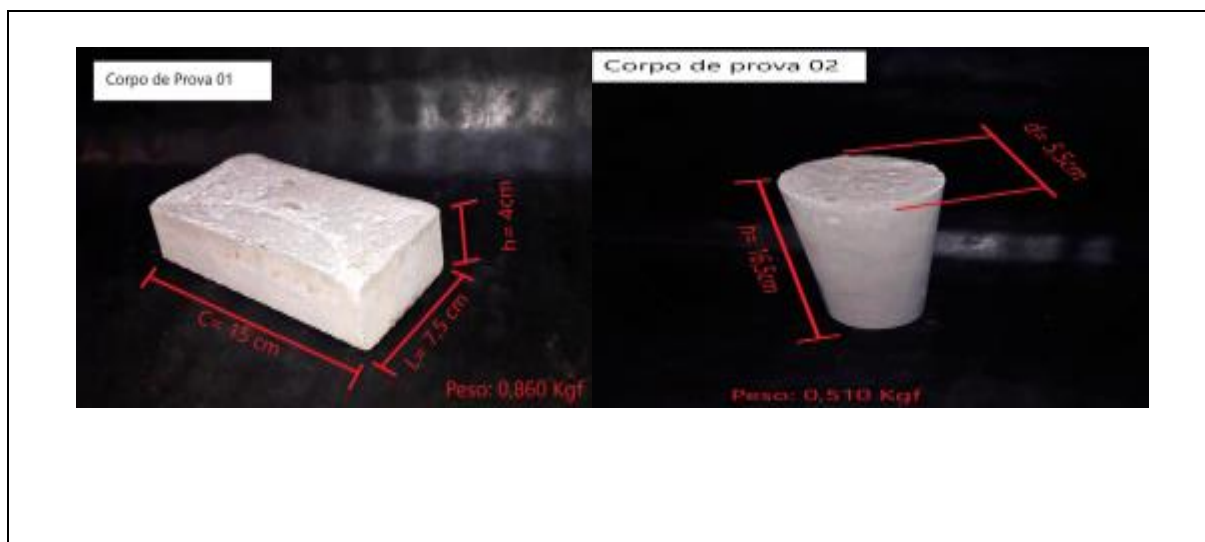


Fonte: Do autor (2020).

Sobre o resultado do experimento 02, o material que apresentou o maior peso foi a areia e o menor, a argila expandida. Em relação ao resultado do experimento 03, a amostra que transbordou com maior quantidade de volume de água foi a que apresentava em sua composição somente areia. A respeito desse experimento, o aluno A<sup>1</sup> fez o seguinte comentário: “[...] *foi por conta da areia tem pouco espaço, água não conseguiu ocupar os espaços, pois isso ela ficou em cima* [...]”.

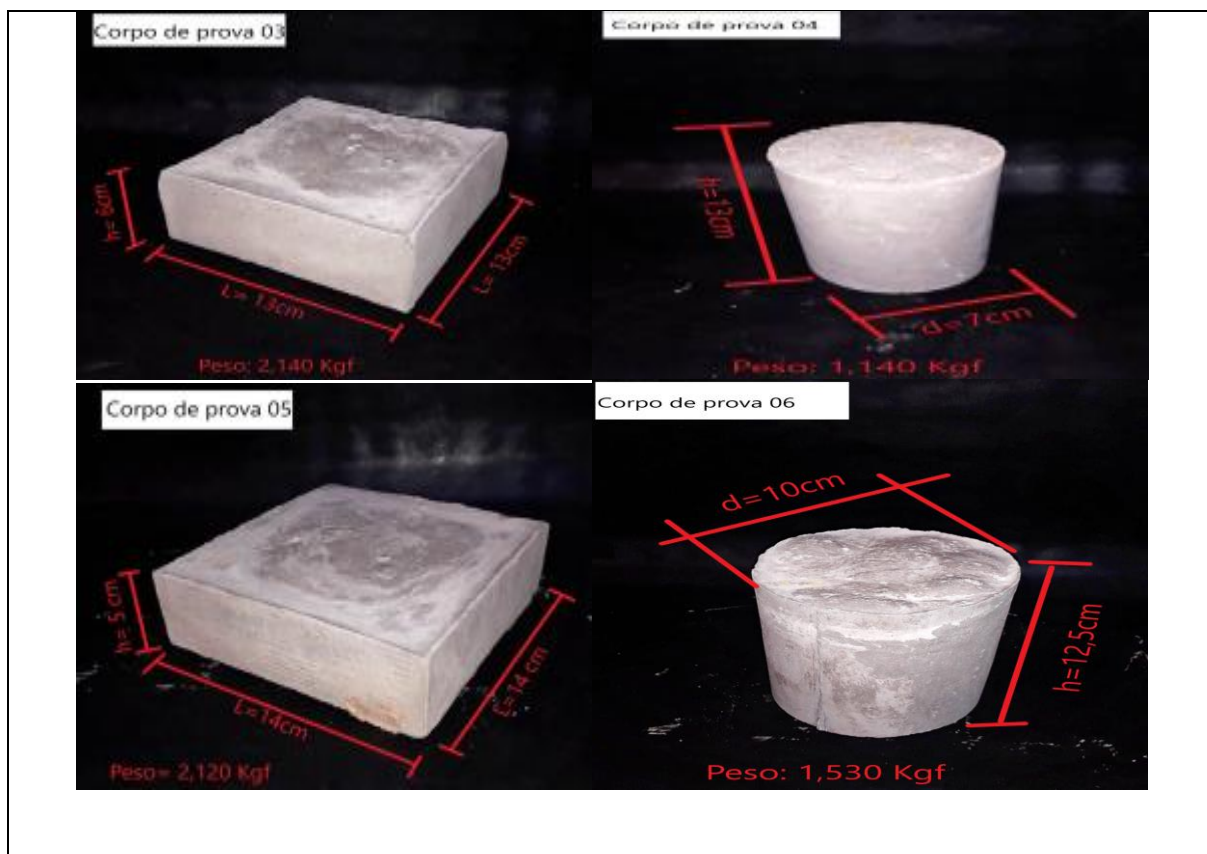
Para que os alunos levantassem outras hipóteses em relação à situação-problema investigativa, exibi um vídeo, produzido por mim, com a produção do concreto utilizando os materiais da investigação, a montagem do corpo de prova com formato cilíndrico e prismático, e as medidas e a pesagem desse corpo de provas. A Figura 26 apresenta os seis corpos de prova, com suas respectivas medidas e pesos.

Figura 26 - Corpos de prova, com as respectivas medidas e pesos



(Continua...)

(Conclusão)



Fonte: Do autor (2020).

Após o desenvolvimento dos experimentos, solicitei aos alunos que criassem novas hipóteses em relação à situação-problema investigativa. Em seguida, apresento a escrita dos alunos A<sup>1</sup> e A<sup>6</sup>:

A<sup>1</sup>: “Após ver os vídeos, pode-se concluir que o traço com menor peso específico seria de fato o t6 de areia com argila por conta do peso da argila ser bem inferior aos outros e por conta de que ela está em maior quantidade na proporção do traço dela ali em relação a areia. Já o traço com maior peso específico seria do t1 com somente a areia por conta do peso específico dela ser justamente maior do que todos os outros componentes”.

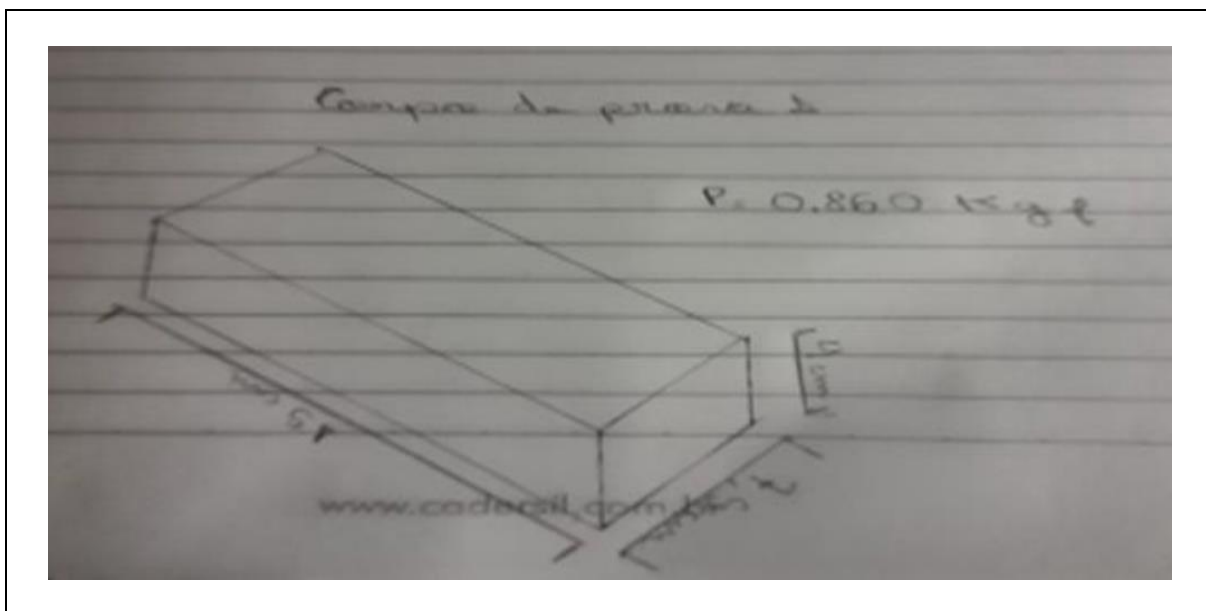
A<sup>6</sup>: “Eu acredito que o maior peso específico será a do T3 (1:0,5:1) = 1 proporção de cimento, meia proporção de areia e 1 proporção de brita 01, E o menor o T6 ( 1:0,5:1) = 1 proporção de cimento, meia proporção de areia e 1 proporção de argila expandida”.

Assim, apenas o aluno A<sup>1</sup> fez uma observação em relação ao peso da argila expandida e ao fato de que, quando utilizada no traço do concreto, teria um resultado de menor peso específico. Já o aluno A<sup>6</sup> relacionou a dimensão da brita 1, por ter maior granulometria, consequentemente, apresentará o maior peso específico.

Dando continuidade, pedi para os alunos que esboçassem os corpos de prova com as respectivas medidas e calculassem a área da base, o volume e o peso

específico de cada um. Ao desenharem, os alunos puderam se apropriar das dimensões da amostra, como mostra a Figura 27, que apresenta o esboço do Corpo de Prova 01 do aluno A<sup>4</sup>.

Figura 27 - Esboço traçado pelo aluno A<sup>4</sup> do Corpo de Prova 01, com as medidas



Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>4</sup>.

Alguns alunos apresentaram os resultados em uma planilha, assim, apresento, na Figura 28, um recorte da planilha elaborada pelo aluno A<sup>1</sup>.

Figura 28 - Planilha elaborada pelo aluno A<sup>1</sup>, com os resultados da área, volume e o peso específico do Corpo de Prova 06

Material	Diâmetro	Unid.	Raio	Unid.	Circunferência	Unid.	Área (base)	Unid.	Peso	Unid.	Resultado do volume	Unid.	Peso específico (Kg/m <sup>3</sup> )
T2													
T4													
T6	0,1	m	0,05	m	0,314	m	0,00785	m <sup>2</sup>	1,530	kg	0,00098125	m <sup>3</sup>	1559,23

Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>6</sup>.

Ao repassar os resultados do Corpo de Prova 01, o aluno A<sup>6</sup>, responsável por apresentar os dados, cometeu um erro ao calcular o volume do cilindro, dividindo pela altura a área da base, sendo que o correto seria multiplicar a área pela altura do cilindro. Para Oliveira (2010), o erro surge particularmente no desenvolvimento de atividades experimentais, pois essas possibilitam que o aluno exponha suas ideias, mesmo erradas, e isso permite que o professor compreenda melhor o raciocínio do

aluno e o motivo do erro.

Nessa atividade, cada aluno apresentou os resultados e assim eu pude preencher a planilha geral, conforme a Figura 29.

Figura 29 - Resultados dos pesos específicos dos corpos de provas, com destaque ao maior e menor peso específico das amostras

Cilindro													
Material	Diametro	Unid.	Raio	Unid.	Circunferência	Unid.	Área (base)	Unid.	Peso	Unid.	Volume	Unid.	Peso específico (Kgf/m³)
T2	0,05	m	0,0255	m	0,1727	m	0,0015	m	0,510	Kgf	0,00024	m³	2125,00
T4	0,07	m	0,035	m	0,2198	m	0,00384	m	1,140	Kgf	0,0005	m³	2280,00
T6	0,1	m	0,05	m	0,314	m	0,00785	m	1,530	Kgf	0,00098125	m³	1559,24
Material	Altura	Unid.	Largura	Unid.	Comprimento	Unid.	Peso	Unid.	Volume	Unid.	Peso específico (Kgf/m³)		
T1	0,04	m	0,075	m	0,15	m	0,86	Kgf	0,00045	m³	1911,11		
T2	0,06	m	0,13	m	0,13	m	2,14	Kgf	0,001014	m³	2110,45		
T3	0,05	m	0,14	m	0,14	m	2,12	Kgf	0,00098	m³	2163,27		

Fonte: Do autor (2020).

De acordo com os resultados apresentados, o Corpo de Prova 06, que utilizou como agregado na sua composição a argila expandida, teve o menor peso específico, com 1.559,13 kgf/m³, enquanto o Corpo de Prova 04, composto de seixo, foi o que obteve o maior peso específico, com resultado de 2.280 kgf/m³.

A respeito desses resultados, apresentei duas questões para reflexões. Diante da primeira, em que perguntei sobre qual das amostras apresentou o maior e o menor peso específico e o que isso significava, o aluno A² explicou o seguinte: “[...] A maior amostra é a T4, pois significa que ele possui um peso maior, para um volume pequeno [...]”. Já o aluno A⁴ comentou: “[...] T6. Significa que ela apresentou um maior peso para um maior volume, pois quanto maior o volume, menor o peso específico [...]”.

Na segunda questão, perguntei sobre a importância dos pesos específicos dos materiais de construção em um projeto estrutural. O aluno A¹ fez o seguinte comentário: “[...] Um dos maiores fatores determinantes para o planejamento de um

*projeto estrutural é o peso com qual essa estrutura terá que suportar, ou seja, a carga que será exercida sobre ela, o que está diretamente ligado com o peso específico dos materiais que serão utilizados [...]”.*

Por meio das respostas dadas, pude identificar que os alunos conseguiram desenvolver uma análise, pois compararam os pesos dos dois corpos de provas e concluíram que mesmo T6 tendo o peso maior que T4, com o volume T6 sendo maior, resultou em um peso específico menor. Também revelaram, em sua análise, consciência sobre a importância dos pesos específicos dos materiais de construção, quando da elaboração do projeto estrutural da edificação. Sato (2014, p. 57) destaca a relevância de analisar as diferentes densidades dos materiais utilizados na construção civil, bem como as suas finalidades:

O fator densidade do mercúrio auxiliou Torricelli na busca de seus resultados, assim como a densidade de determinadas substâncias contribui para a utilização de um outro material na construção. Pilares e lajes com diferentes densidades servem para propósitos diferentes.

Após os experimentos, solicitei que os alunos elaborassem novas hipóteses, comparando-as com as iniciais. A partir das respostas enviadas pelos alunos A<sup>1</sup> e A<sup>5</sup>, notei que mudaram as hipóteses iniciais após o desenvolvimento das atividades.

A<sup>1</sup>: *“Minha hipótese inicial era que o traço de menor peso específico seria o T1 por ter somente areia, porém os resultados mostraram que o de menor peso é o T6 com areia e argila expandida, já minha hipótese inicial referente ao traço de maior peso era o T5 com brita 01 e brita 02 por com da sua maior granulometria, porém os resultados mostraram que o traço de maior peso é o T4 com areia e seixo”.*

A<sup>5</sup>: *“No começo achei que o maior peso específico era o t4 e o menor peso específico t6. Depois de analisar todos os videos que o professor passou para assistirmos, minha opinião mudou sobre o maior peso específico que agora seria t5 areia e seixo, o menor peso continua sendo o mesmo”.*

Em relação ao relatório final em grupo, requisitei que os alunos o elaborassem durante a semana e também encaminhei a leitura dos textos complementares para auxiliar na elaboração do relatório que estava na plataforma do ambiente virtual de aprendizagem.

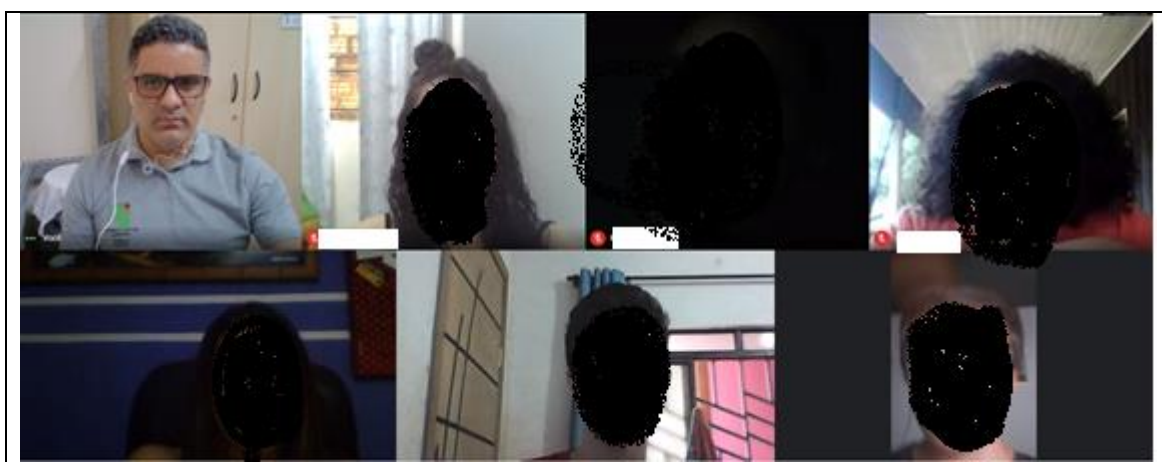
O grupo, no início, concordou que o traço de maior peso seria o T4 e o menor o T6, e vimos que ao final do experimento com todos os resultados que estávamos com o pensamento correto, pois os resultados foram os mesmos do que pensamos no início.

Considerando as transcrições dos alunos, citadas anteriormente, ficou claro que, ao elaborarem o relatório final, eles não fizeram as leituras dos textos

complementares e não analisaram as hipóteses iniciais levantadas pelo grupo.

A última atividade experimental investigativa teve duração de 150 minutos e foi desenvolvida para explorar o conteúdo sobre peso por área, utilizando os materiais da construção civil. A seguir, descrevo os conteúdos e os desafios apresentados durante o encontro. A Figura 30 ilustra a participação dos alunos na Atividade Experimental Investigativa 03.

Figura 30 - Imagem da videoconferência com os alunos durante a Atividade Experimental Investigativa 03



Fonte: Do autor (2020).

Primeiramente, apresentei a seguinte situação-problema investigativa: Temos três amostras de solos coletadas em terrenos de bairros distintos, que apresentam características granulométricas bem diferentes (fina, média e grossa), e três tijolos maciços com dimensões iguais que representam a edificação (prédio, casa, etc.). Ao colocarmos o prédio sobre o solo, qual será sua impressão? E se assentarmos o tijolo (prédio) em outras posições, as impressões no solo serão modificadas? Em qual tipo de solo será preciso fazer fundação do tipo profunda para executar a edificação?

Na sequência da atividade experimental investigativa, exibi o vídeo para melhor visualização da situação-problema investigativa proposta nessa atividade e também para que os alunos observassem os três tipos de solos e as posições do tijolo em relação ao solo. A Figura 31 demonstra as amostras do solo e as posições dos tijolos.



Figura 31 - Imagens do vídeo exibido para apresentação das amostras dos solos e as posições dos tijolos



Fonte: Do autor (2020).

Após a apresentação do vídeo, desafiei os alunos a elaborarem as hipóteses iniciais de forma individual e, posteriormente, em grupo. O aluno A<sup>2</sup> fez o seguinte comentário: “[...] *Acredito que o prédio, área do tijolo 03, do tijolo em pé é menor. Então precisa de uma fundação mais profunda, o peso dele tá numa área menor, ao contrário da primeira que o tijolo totalmente deitado, o peso está mais distribuído, o peso não está concentrado em ponto só. Então usaria uma fundação rasa, está maior distribuído. O tijolo 02, seria uma área que precisaria de uma fundação profunda, por que a área do menor distribuído no solo [...]*”. A seguir, o relato dos alunos em grupo:

Segundo a grande maioria do grupo a posição do tijolo que seria necessário uma fundação profunda seria o exemplificado na Figura 3, devido a sua menor área de contato com o solo, logo, com uma distribuição de peso em um ponto menor, onde seria necessário a fundação profunda para suportar esse peso. E referente a qual tipo de solo que seria necessário utilizar a fundação profunda tivemos uma concordância maior com o tipo de solo fino, com a granulometria menor.

Em síntese, os alunos conseguiram identificar em que posição do tijolo seria necessária uma fundação profunda e também qual o solo sofreria maior modificação: na posição 03, o tijolo tem uma menor área, consequentemente, o peso estaria concentrado nessa área; na posição 01, apresenta o peso distribuído em uma maior área, portanto utilizaria uma fundação rasa.



Em relação ao solo, todos concordaram com a escolha da amostra 02, por apresentar granulometria fina. Sobre área de contato e tipo de solo, Sato (2014, p. 21) descreve: “Quanto menor for área de contato, maior será pressão exercida sobre a superfície. Muitas vezes são necessárias sapatas de pesos e tamanhos diferentes, em função das cargas da edificação e do tipo de solo”.

Apresentadas as hipóteses iniciais, expus o Experimento 03 ao grupo. Primeiramente exibi um vídeo com sete materiais de construção civil, como telha cerâmica, forro em madeira, forro em pvc, piso emborrachado, piso cerâmica, revestimento cerâmico e granito. Nesse mesmo vídeo, apresentei a medição dos tamanhos e a pesagem de cada peça e pedi que os alunos anotassem esses valores.

Em seguida, solicitei que calculassem a área de cada peça, quantas peças seriam necessárias para perfazer uma área de um metro quadrado e o peso por área. Sobre este último conceito, Botelho (2013, p. 22) afirma: “Para carregamentos que têm altura relativamente constante (tacos, tijolos, telhas), podemos usar o conceito de peso por área, já que não varia muito na prática”. Na Figura 32, apresento a tabela elaborada pelo aluno A<sup>3</sup>:

Figura 32 - Tabela apresentada pelo aluno A<sup>3</sup> com os pesos, as áreas e as quantidades de peças e pesos em um metro quadrado dos materiais de construção civil

Material	Comprimento	Largura	Área (m <sup>2</sup> )	Peso/pça - Kgf	Área/peça	Peça/m <sup>2</sup>	Peso/m <sup>2</sup> (Kgf/m <sup>2</sup> )
Forro pvc	1	0,18	0,18	1,34	0,18	5,55	7,44
Forro madeira	1	0,19	0,19	0,25	0,19	5,26	1,31
Piso porcelanto	0,54	0,54	0,29	5,07	0,2916	3,33	16,73
Piso granito	0,32	0,275	0,088	5,24	0,088	11,36	59,52
Piso borracha	0,5	0,5	0,25	1,17	0,25	4	4,68
Revestimento de parede	0,51	0,33	0,168	2,21	0,168	5,95	13,14
Telha cerâmica	0,32	0,32	0,1	5,02	0,1	10	50,2

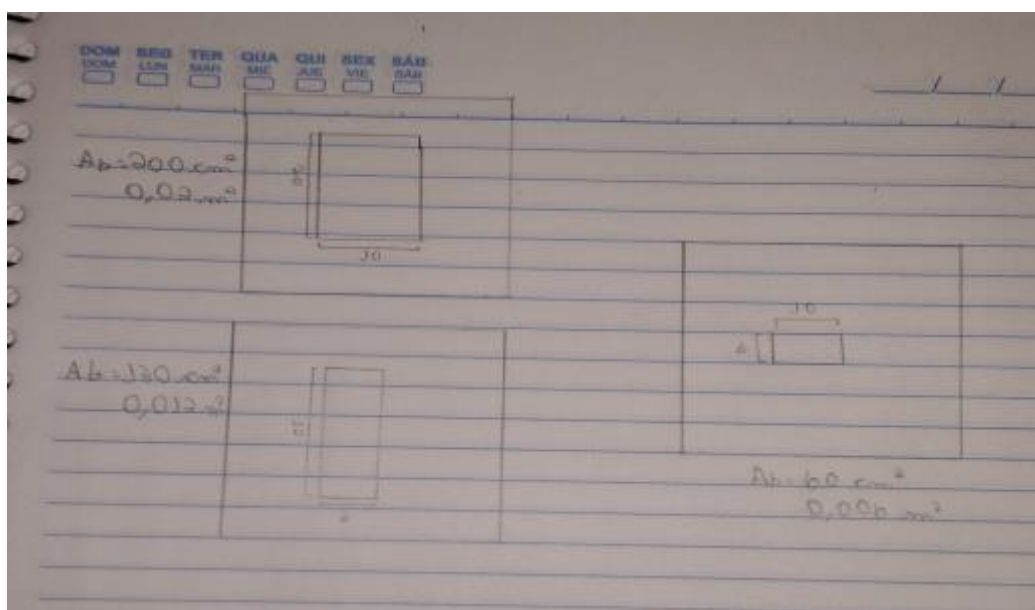
Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>3</sup>.

Durante o experimento, o aluno A<sup>3</sup> apresentou dificuldade no cálculo da quantidade de peças por metro quadrado, então fez uma breve explanação: “[...] a peça de granito tem uma área de 0,088 m<sup>2</sup>. Eu preciso de quantas peças iguais a essa, para fazer uma área de 1 m<sup>2</sup>? [...]”. Nesse momento, o aluno A<sup>1</sup>, pedindo

permissão para explicar como havia feito o seu cálculo, comentou o seguinte: “[...] que 0,088 é quase 0,10, se fosse 0,10, seria necessário 10 peças. Se 0,088 é um pouquinho menor, então será um pouco mais que 11. Você tem que fazer que aquele número vezes algum outro número tem que dar um. O número da área tem que dar um ou mais próximo de um [...]”. A partir dessa contribuição, todos entenderam que poderiam fazer os cálculos usando regra de três simples.

Na sequência, os alunos assistiram ao vídeo no qual fiz a pesagem e a medição do comprimento, da largura e altura do tijolo, bem como a demonstração dos tijolos nas três posições, com os três tipos de amostra de solo. De posse dos dados, os alunos fizeram um croqui dos tijolos com suas respectivas medidas e uma tabela demonstrando os valores da pressão exercida em cada amostra do solo, conforme demonstram as Figuras 33 e 34.

Figura 33 - As medidas, áreas das bases e o esboço de cada tijolo, feito pelo aluno A<sup>5</sup>



Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>5</sup>.

Figura 34 - Tabela elaborada pelo aluno A<sup>5</sup>, com os resultados dos cálculos da pressão exercida sobre cada amostra de solo

**Kgf**

Posição	Comprimento(m)		Largura(m)	Área (m)	Peso (kgf)	Pressão(kgf/m <sup>2</sup> )
<b>1</b>	0,2		0,10	0,02	2,510	125,5
<b>2</b>	0,06		0,20	0,012	2,510	209,16
<b>3</b>	0,06		0,10	0,006	2,510	418,33

**N**

Posição	Comprimento(m)		Largura(m)	Área (m)	Peso (N)	Pressão(N/m <sup>2</sup> )
<b>1</b>	0,2		0,10	0,02	25,1	1255
<b>2</b>	0,06		0,20	0,012	25,1	2091
<b>3</b>	0,06		0,10	0,006	25,1	4183

Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>5</sup>.

A elaboração da tabela utilizando os dados do experimento possibilitou, aos alunos, calcular as áreas de acordo com o posicionamento do tijolo em relação ao solo, transformar unidades de medidas e calcular a pressão exercida do tijolo sobre o solo. Assim, com o desenvolvimento dessa atividade experimental investigativa, foi possível trabalhar o conceito de pressão com alunos e corrigir os erros, identificados no questionário dos conhecimentos prévios, acerca da pressão exercida pelo bloco de concreto sobre uma superfície, conforme questão aplicada e já analisada.

A seguir, o relato referente à atividade desenvolvida, elaborado em grupo:

No início o grupo até concordou que se o edifício estivesse construído com os tijolos na posição 1 (deitado), ele teria uma maior área de base, uma menor altura, e por sinal uma maior estabilidade, não necessitando de uma fundação tão profunda. Também concordamos que isso seria totalmente inverso se o edifício tivesse sido construído com os tijolos na posição 3 (de pé), pois assim a altura seria maior, a base seria menor, e ele não teria tanta sustentação, por isso necessitaria de uma fundação de maior profundidade.

Com a aplicação desse experimento, os alunos, por meio da observação, do desenho do esboço do tijolo e dos cálculos da pressão exercida do tijolo sobre a superfície das diferentes amostras de solo, conseguiram comprovar as hipóteses iniciais elaboradas por eles.

Diante disso, quanto ao segundo objetivo, desenvolver atividades de experimentação investigativas com os alunos do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio, considerando os conteúdos de Estabilidade das Construções, posso afirmar que foi alcançado durante a intervenção pedagógica.

Isso porque, durante a realização da prática, foram realizadas atividades preparatórias e atividades experimentais investigativas e, ao longo dessas, os alunos escreveram relatórios, construíram desenhos e elaboraram planilhas de cálculos para alcançar respostas para a situação-problema investigativa proposta em cada encontro.

No próximo subcapítulo, apresento a análise do questionário final, que foi realizado após as atividades da intervenção.

### **4.3 Análise do questionário de avaliação**

Após a realização das atividades experimentais investigativas, no último encontro, os alunos responderam, individualmente, um questionário de avaliação, com cinco questões dissertativas, que abordaram os conteúdos de Estabilidade das Construções.

Apliquei esse questionário para atender o terceiro objetivo específico da pesquisa, qual seja, verificar se os resultados obtidos durante a prática pedagógica apresentam indícios de que as atividades experimentais investigativas possibilitam um caminho diferenciado para o ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções. Assim, busquei, com base nas respostas do questionário, observar as impressões dos alunos sobre a intervenção desenvolvida.

Para iniciar a análise, a questão um apresentou a seguinte situação: Foi contratado um técnico em edificações para medir as dimensões, quantificar o volume de concreto e a área lateral do pilar em concreto armado no Bloco C do IFRO-Campus Vilhena, tendo em vista que ele deverá receber a pintura.

Com base nessa situação, elaborei sete subquestões para que o aluno gradualmente resolvesse a questão proposta. Analisando as respostas, verifiquei que a maioria dos alunos acertou as subquestões, conseguindo calcular a circunferência, a área da base, o volume e a área lateral. O aluno A<sup>5</sup>, porém, não identificou as unidades medidas, como demonstra a Figura 35.

Figura 35 - Resposta da questão 01 do aluno A<sup>5</sup>

**ATIVIDADE FINAL**

1)  $C = 2 \cdot \pi \cdot R$   
 $C = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,20$   
 $C = 1,256$

B) 300

C)  $AB = \pi \cdot R^2$   
 $AB = 3,14 \cdot 0,20^2$   
 $AB = 0,1256$

D) 400

e) 0,20 m

f) 0,48 m

g)  $AL = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot H$   
 $AL = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,20 \cdot 3,00$   
 $AL = 3,768$

Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>5</sup>.

Na questão dois do questionário, abordei conteúdos sobre área, volume, peso específico e pressão referentes à viga de concreto. Ao avaliar as respostas, identifiquei que dois alunos descreveram resoluções incoerentes. A Figura 36 apresenta a resposta do aluno A<sup>6</sup>, com erro no desenvolvimento dos cálculos da área, peso e pressão, por não ter feito a transformação de unidade medidas corretamente.

Figura 36 - Resposta da questão 2 do aluno A<sup>6</sup>

a) 2 m ou 200 cm

b)  $h = 0,25$  m     $L = 0,20$      $C = 1,00$      $V = h \cdot L \cdot C$   
 $C = 25$      $C = 20$      $C = 100$      $V = 25 \cdot 20 \cdot 100$   
 $V = 50.000$  cm<sup>3</sup> ou

c)  $P = \rho \cdot V$   
 $P = 2500 \cdot 500$   
 $P = 1250.000 = 0,00325$  TNE/m<sup>2</sup>

d)  $P = \frac{P}{A} = \rho = \frac{2500 \text{ Kg/m}^3}{2 \text{ m}} = 1250 \text{ Kgf/m}^2$

Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>6</sup>.

O aluno A<sup>5</sup>, como mostra a Figura 37, resolveu de forma incorreta a mesma questão quando utilizou o valor do peso específico do concreto, como peso da viga

para calcular a pressão exercida sobre o solo. Os demais alunos apresentaram respostas corretas.

Figura 37 - Resposta da questão 2 do aluno A<sup>5</sup>

Handwritten student work for question 2:

- 2) a) 1,0 m
- B)  $V = AB \cdot H$   
 $V = 0,20 \cdot 0,25$   
 $V = 0,05$
- C)  $P = V \cdot \rho$   
 $P = 0,05 \cdot 2.500$   
 $P = 0,125$
- D)  $P = F / A$   
 $P = 2500 / 1,0$   
 $P = 2,5$

Fonte: Do autor (2020), com base no aluno A<sup>5</sup>.

A terceira questão tratou conteúdos referentes a peso, diâmetro, transformação de unidades de medidas e todos os alunos conseguiram solucioná-la com êxito. Da mesma forma, na quarta e última questão, em que foram trabalhados os assuntos relacionados a volume, área e peso específico, os resultados foram corretos.

De modo geral, percebi, pelas respostas dos alunos ao questionário de avaliação, que houve um desenvolvimento satisfatório das atividades, considerando os resultados do questionário de conhecimento prévio realizado no primeiro encontro. A maioria dos alunos mostrou ter compreendido como identificar e transformar unidades de medidas e como calcular a pressão, conteúdos necessários na disciplina Estabilidade das Construções.

No entanto, senti necessidade de elaborar outras perguntas para avaliar a intervenção pedagógica e para melhor transcrever as impressões dos alunos em relação às atividades experimentais investigativas, bem com analisar se, efetivamente, a prática pedagógica possibilitou um caminho diferenciado para o ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções.

Na primeira pergunta, solicitei que os alunos fizessem comentários gerais sobre as atividades experimentais investigativas desenvolvidas nos encontros.

Todos alunos apresentaram, em suas respostas, posicionamento favorável à utilização das atividades experimentais investigativas no ensino dos conteúdos na disciplina de Estabilidade das Construções.

Nesse sentido, destaco a resposta do aluno A<sup>1</sup>, que relata:

*De modo geral posso dizer que as Atividades Experimentais Investigativas nos trouxeram bastante conhecimento do conteúdo que cada uma abordava, é de fato uma forma diferente de se dar uma aula ou entender um assunto, pois tem atividades mais práticas o que causa uma imersão maior no conteúdo, então elas trouxeram uma grande conhecimento para gente.*

Pela sua descrição, percebi que o aluno, mesmo não estando em um laboratório, identificou as atividades como práticas e as apontou como uma forma diferente de desenvolver o processo de ensino dos conteúdos.

Cabe ainda trazer a resposta do aluno A<sup>4</sup>: “[...] A maioria das apresentações e explicações do professor foram realizadas através de vídeos, e esses vídeos facilitaram muito o entendimento do conteúdo, foi quase uma aula presencial pra mim [...]”. Portanto, esse aluno ressaltou a importância dos vídeos gravados, que contribuíram para compreender os conteúdos, afirmando que durante os encontros teve percepção de quase uma aula presencial.

Essas respostas, então, permitem afirmar que as atividades experimentais investigativas, mesmo sendo desenvolvidas na modalidade remota, contribuíram no ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções.

Como segundo questionamento, perguntei, aos alunos, se as atividades experimentais investigativas ajudaram a compreender melhor os conceitos de pesos lineares, pesos específicos e pesos por área, ao que todos responderam afirmativamente. Conforme o aluno A<sup>4</sup>: “Sim, foi de uma boa ajuda; nos mostrou algumas formas de resolve-los e facilitando para entende-los”. O aluno A<sup>3</sup> descreveu: “Sim, me ajudou, pude compreender e entender as formas de resolver”.

Portanto, o desenvolvimento das atividades experimentais investigativas contribuiu para o entendimento de cada um dos conceitos trabalhados e proporcionou, para os alunos, várias formas de resolução das situações-problemas investigativas, visto que fizeram cálculos, preencheram tabelas, desenharam e responderam questionários.

Nessa perspectiva, os autores Gibin e Souza Filho (2016, p. 37) afirmam:

[...] esse tipo de atividade tem por objetivo desenvolver aspectos formacionais (compreensão da estrutura do experimento, concentração, capacidade de coletar e interpretar medidas, capacidade de elaborar e construir gráficos e tabelas, habilidade de relatar o que foi feito etc.) e cognitivos (aquisição de conhecimentos e conceitos, raciocínio lógico-dedutivo, generalizado etc.).

Diante do exposto, acredito que as atividades experimentais investigativas colaboraram no processo de ensino dos conceitos necessários para o aluno aprender os conteúdos na disciplina Estabilidade Das Construções.

Na terceira questão, pedi que os alunos avaliassem a utilização dessa metodologia diferenciada no ensino remoto. As respostas foram variadas, mas, com avaliações positivas, a maioria caracterizou as atividades como muito boas, eficientes, legais e interessantes, sugerindo sua aplicação em outras disciplinas do curso.

No entanto, cabe destacar duas observações críticas, como a do aluno A<sup>3</sup>: *“Seria melhor se fosse pessoalmente, contudo, não podemos, mas mesmo assim de forma online, consegui aprender muita coisa.”* E a do aluno A<sup>4</sup> que comentou sobre a longa duração de um dos encontros para realizar as atividades. Nesse sentido, Oliveira (2010) menciona que as atividades de natureza investigativa costumam exigir maior tempo de estudo, porque seu desenvolvimento exige, dos alunos, a execução de várias etapas, como analisar o problema, levantar hipóteses, preparar e executar os procedimentos, analisar e discutir os resultados.

Na quarta questão, perguntei aos alunos se essa prática pode contribuir nas aulas das disciplinas do curso técnico em edificações. Analisando as respostas, observei que todos concluíram que esse tipo de atividades pode auxiliar no ensino. O aluno A<sup>6</sup> sugeriu, inclusive, que fossem usadas como aulas de reforço nas matérias técnicas: *“[...] Eu acredito que as atividades experimentais investigativas poderia servir até como reforço para os alunos do curso de edificações, que tenham dificuldade um matérias técnicas como estabilidade [...]”*.

Ainda destaco o apontamento sobre as vantagens da atividade, feito pelo aluno A<sup>1</sup>: *“[...] uma das vantagens é de todos terem uma visão da pratica de como realmente fazer o que está estudando, isso amplia muito a imersão ao assunto*



*facilitando o imensamente o entendimento do assunto, além da experiência que é adquirida com a pratica das atividades [...]*”. A resposta do aluno evidencia o que descreve Carvalho (2018, p. 21):

Essa investigação, porém, deve ser fundamentada, ou seja, é importante que uma atividade de investigação faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado. Para isso, é fundamental nesse tipo de atividade que o professor apresente um problema sobre o que está sendo estudado.

Por fim, na quinta e última questão, instiguei os alunos a refletirem sobre seu aprendizado referente aos conteúdos estudados durante o desenvolvimento das atividades experimentais investigativas.

Segundo os alunos, as atividades propostas durante a intervenção pedagógica ajudaram no ensino dos conteúdos da disciplina de Estabilidade de Construções, como mencionou o aluno A<sup>4</sup>:

*Muito produtivo. Pois nós realizamos várias atividades sobre esses temas, conseguimos relacionar esses temas com o nosso possível futuro meio de trabalho, e também vimos essas apresentações sendo feitas de maneira prática [...]. Muito obrigado por esse projeto professor, consegui aprender conteúdos novos e entender como funciona algumas metodologias da construção.*

Esse relato atesta que o aluno conseguiu visualizar a importância da disciplina e a sua aplicabilidade na profissão de um técnico em edificações.

Somente o aluno A<sup>5</sup> avaliou seu aprendizado como mediano, por ter sentido dificuldade de entender a proposta das atividades no início. Sobre essa questão, Oliveira (2010, p. 151) comenta que uma desvantagem desse tipo de metodologia é que “Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais”.

Assim, diante do exposto, é possível afirmar que o terceiro objetivo específico da pesquisa, verificar se os resultados obtidos durante a prática pedagógica apresentam indícios de que as atividades experimentais investigativas podem possibilitar um caminho diferenciado para o ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções, foi alcançado, ou seja, que as atividades experimentais investigativas, de fato, apresentaram indícios de proporcionar um percurso diferente no ensino.

Destaco algumas respostas dos alunos relativas à intervenção pedagógica e ao ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções que confirmam essa constatação: *“é de fato um forma diferente de se dar uma aula ou entender um assunto, pois tem atividades mais praticas o que causa uma imersão maior no conteúdo”* (Aluno A<sup>1</sup>); *“No Começo ao olhar pelo nome eu não imaginava do que iria se tratar essas atividades, mais no decorrer delas pude perceber que aprendi com uma certa facilidade os conteúdos, por meio da metodologia que é bem mais participativa”* (Aluno A<sup>6</sup>); e *“Além de que irá sair um pouco da rotina, de não ficar apenas lendo textos, lendo questões e realizando-as, pois aqui nós conseguimos ver parte desse trabalho sendo feito de maneira prática, saindo um pouco da teórica, fator que favorece a concentração e foco do aluno”* (Aluno A<sup>4</sup>).

Enfim, analisando as respostas do questionário de avaliação, verifiquei que a utilização das atividades experimentais investigativas como uma proposta de intervenção pedagógica para o ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções, mesmo na modalidade remota, possibilitou um caminho diferenciado para o ensino.

Diante dos resultados obtidos, no próximo capítulo, apresento as considerações finais, assim como informações importantes inerentes a esta pesquisa.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Buscar estratégias diferenciadas para o ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções transformou-se em um desafio ainda maior neste ano em que novas dificuldades tiveram de ser enfrentadas devido ao cenário atual de pandemia e de aulas presenciais suspensas. Assim, como os encontros para desenvolver a intervenção pedagógica estavam planejados para serem realizados no ambiente escolar, utilizando sala de aula e os laboratórios do curso de edificações, tive de pensar e repensar estratégias para efetivá-los na modalidade de ensino remoto.

As aulas do mestrado possibilitaram vários momentos de reflexão em relação às práticas de ensino e aos desafios da escola contemporânea. Percebi, com os estudos, que o profissional de ensino, primeiramente, precisa aprender e ensinar de forma diferente, tornando-se um professor reflexivo das suas próprias ações, pois apenas investigando a própria prática, como docente, é que ele pode inovar no ensino. Os alunos de hoje estão conectados à realidade do século XXI, em um mundo repleto de informações que mudam constantemente, enquanto os docentes e suas práticas/ações estão imersos no século passado.

Diante da situação atual, resolvi enfrentar de frente o desafio de aprender uma nova modalidade de ensino e de ensinar em um formato diferente. Como professores, precisamos reinventar várias vezes nossas práticas de ensino. Desse modo, organizei cinco encontros, desenvolvendo toda a intervenção pedagógica por meio de atividades não presenciais e momentos síncronos com os alunos.

Para nortear esta pesquisa, constituí o seguinte problema: como a

experimentação investigativa pode auxiliar no ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções, no Curso Técnico em Edificações? Assim, analisando os resultados do desenvolvimento das atividades experimentais investigativas e as respostas do questionário da avaliação, pude constatar indícios de assimilação dos conteúdos estudados. Além disso, observei que essa metodologia também proporcionou interação entre os alunos, que refletiram, perguntaram e discutiram cada situação-problema investigativa proposta nas atividades.

Com relação ao objetivo geral, qual seja, analisar os resultados da experimentação investigativa no ensino dos conteúdos relacionados à Estabilidade das Construções com os alunos do Curso Técnico em Edificações Integrando ao Ensino Médio, posso afirmar que foi atingido, pois percebi, claramente, durante as ações dos alunos, sua motivação para descobrir informações, responder à situação-problema investigativa, preencher os relatórios, tabelas e também manipular o aplicativo matemático durante os encontros.

De modo geral, as atividades experimentais investigativas proporcionaram autonomia aos alunos, visto que, no intuito de que incentivá-los a proporem problemas e hipóteses, fiz poucas intervenções. Além disso, foi possível promover um ambiente de ensino diferenciado, por meio de encontros com momentos síncronos *on line*, utilizando aplicativos de comunicação e interação, o que gerou um envolvimento maior do aluno no processo do ensino. De acordo com Moran (2013), o uso de tecnologias no processo educacional possibilita, ao professor, assumir novas atitudes e exercer o papel de mediador pedagógico, orientando, motivando, planejando e dinamizando as situações de aprendizagem.

Portanto, recomendo, para futuros projetos de ensino, a inserção da exploração das atividades experimentais investigativas em outras disciplinas do curso em questão, na área do núcleo comum (Química, Física, Biologia ou Matemática) e também em outras disciplinas da área profissionalizante (Tecnologia das Construções, Materiais de Construção, Topografia ou Orçamento de obras) ou, ainda, de forma interdisciplinar.

Cabe ainda acrescentar que, ao realizar as atividades, enfrentei algumas dificuldades. Cito primeiramente que o tempo estipulado para os encontros foi curto,

assim, sugiro que cada sequência de atividades seja feita em dois momentos, de preferência em períodos ou dias diferentes: num primeiro momento as atividades preparatórias e, posteriormente, as atividades experimentais investigativas. A segunda dificuldade teve a ver com as leituras complementares sugeridas aos alunos no final de cada encontro, para realizarem o fechamento do relatório. Como percebi que não aproveitaram os textos, recomendo que todas as atividades sejam concluídas durante os encontros.

Ao finalizar esta pesquisa, destaco os principais resultados evidenciados, com esta proposta pedagógica diferenciada, quais sejam, que proporcionou a exploração de situações-problemas investigativas e que as atividades experimentais favoreceram os alunos na elucidação dos referidos conteúdos da disciplina de Estabilidade das Construções.

Ressalto, ainda, que a mediação da experimentação investigativa como instrumento de ensino, tende a despertar a curiosidade e a motivação do aluno, possibilitando momentos de reflexão e a sua participação na construção de conhecimento.

Enfim, por meio das atividades experimentais investigativas, os alunos conseguiram interagir com as situações-problemas investigativas, porque essas foram propostas com contexto próximo ao seu cotidiano de estudos no Curso Técnico em Edificações. Isso possibilitou que reconhecessem a importância de estudar os conteúdos abordados na disciplina Estabilidade das Construções e sua efetiva aplicabilidade na futura profissão de técnico em edificações.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Denise Lino de. O que é (e como faz) sequencia didática. **Revista Entrepalavras**, [s.l.], v. 3, n. 1, p. 322-334, 2013.

ARAUJO, Mauro Sérgio Teixeira de.; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividade Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 25, n. 2, 2007.

ASSUNÇÃO, João Paulo Petri. “**Estou virando cientista**”: Analisando a acidez dos alimentos por meio de atividades experimentais investigativas no 9º ano do ensino fundamental. 2018. 132f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática), Vitória, ES, 2018.

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. *In*: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2004. p. 19 - 33.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Esteia dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACICH, Lilian; Leandro Holanda. **STEAM em sala de aula**: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimento na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020.

BASSOLI, Fernanda. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Revista Ciências e Educação**, [s.l.], v. 20, n. 3, p-579-593, 2014.

BIANCHINI, Thiago Bufeli; ZUALIANI, Silvia Regina Quijabas Aro. A investigação orientada como instrumento para o ensino de eletroquímica. *In*: VII ENCONTRO NACIONAL EM PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. **Anais [...]**. Florianópolis, 2009. Disponível em:

<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/266.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2020.

BORGES, A. Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Revista Caderno Brasileiro de Ensino Física**, [s./l.], v. 19, n. 3. p. 291-313, dez. 2002.

BORTONI-RICARDO, Stella Maris. **O professor pesquisador**: introdução á pesquisa qualitativa. 1. ed. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; FERRAZ, Nelson Newton. **Concreto Armado Eu te amo**. 7. ed. São Paulo: Blucher, v. 1, 2013.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto Armado Eu te amo**. 3. ed. São Paulo: Blucher, v. 2, 2011.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto Armado Eu te amo vai para a obra**. São Paulo: Blucher, 2016.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Resistência dos Materiais**: para entender e gostar. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação Secretária da Educação de Educação Média e Tecnologia. **Base Nacional Comum Curricular**. [s.d]. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 05 fev. 2020.

BRASIL, Therezinha Vasconcelos Santos. **Atividades experimentais investigativas no ensino de ciências**: provendo a aproximação de alunos com elementos da cultura científica. 2018. 197f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências), Ilhéus, BA, 2018.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de ciências por investigação para implementação em sala de aula** 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

CERVO, Amando Luiz; BERVIAN, Pedro Alcina; SILVA, Roberto da. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativos, quantitativo e misto. Tradução de Magdo Lopes. 3. ed. Porto Alegre: EPU, 1996.

DOLZ, Joaquim; SHENEUWLY, Bernard. **Gêneros orais e escritos na escola**. 1. ed. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2004.

FALKEMBACH, Elza Maria F. Diário de campo: um instrumento de reflexão. **Contexto e educação**, Ijuí, RS, v. 2, n. 7, p. 19-24, 1987.

FRANCO, Luis Gustavo; MUNFORD, Danusa. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: um olhar da área de ciências da natureza. **Horizontes**, [s./l.], v. 36, n. 1, p. 158-171, 2018. Disponível em: <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/view/582>. Acesso em: 11 nov. 2020.

GADOTTI, Moacir. **Convite à leitura de Paulo Freire**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2004.

GALIAZZI, Maria do Carmo; ROCHA, Jusseli Maria de Barros; SCHMITZ, Luiz Carlos; SOUZA, Moacir Langoni; GUESTA, Sergio; GONÇALVES, Fábio Peres. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. **Revista Ciências e Educação**, [s.l.], v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil. UAB/UFRGS. Curso de graduação Tecnológica e Gestão para o desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS: Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009.

GIBIN, Gustavo Bizarria. **Atividades experimentais como contribuição ao desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos**. Tese (Doutorado em Ciência), São Carlos, SP, 2013.

GIBIN, Gustavo Bizarria; FILHO, Moacir Pereira de Souza. **Atividades experimentais em física e química: uma abordagem para o ensino médio**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL-PEREZ, Daniel; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de; CACHAPUZ, Antônio Francisco (orgs.). **O ensino das ciências como compromisso científico e social: os caminhos que percorremos**. São Paulo: Cortez, 2012.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

GOLDEMBERG, Mirian. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 6. ed. Rio de Janeiro: Record, 2002.

GOMES, Fernanda Aparecida Ribeiro. **A produção científico-pedagógico dos professores PDE do Paraná: um olhar sobre as atividades experimentais investigativas**. 2017. 239f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciências e a Matemática), Maringá, PR, 2017.

HIBBELER, Russel Charles. **Resistência dos materiais**. Tradução de Arlete Simille Marques. Revisão técnica Sebastião Simões da Cunha Junior. 7. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA - IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/vilhena/panorama>. Acesso em: 06 fev. 2020.



INSTITUTO FEDERAL DE RONDÔNIA - IFRO. Disponível em:  
<https://portal.ifro.edu.br/vilhena/noticias/8008>. Acesso em: 06 fev. 2020.

INSTITUTO FEDERAL DE RONDÔNIA - IFRO. Disponível em:  
<https://portal.ifro.edu.br/vilhena/noticias/7175-campus-vilhena-oferta-cursos-gratuitos-nas-areas-de-espanhol-frances-e-italiano>. Acesso em: 06 fev. 2020.

INSTITUTO FEDERAL DE RONDÔNIA - IFRO. Disponível em:  
<https://www.even3.com.br/iiselimat/>. Acesso em: 06 fev. 2020.

KUHN, Thomas Samuel. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 12. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagem qualitativa, quantitativa e misto**. Tradução de Magda Lopes. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

MALHOTRA, Naresh. **Pesquisa de marketing**. Tradução de Lene Belon Ribeiro e Monica Stefani. 6. ed. Porto Alegre: Bookmam, 2012.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; SUART, Rita de Cassia. As habilidades cognitivas manifestadas por aluno do ensino médio de química em atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s./l.], v. 8, n. 2, 2008.

MASSABNI, Vânia Galindo; ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de. O desenvolvimento de atividades práticas n escola: um desafio para os professores de ciências. **Revista Ciência e Educação**, [s./l.], v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de metodologia de pesquisa científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

MINAYO, Cecília de Souza. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade** (org.). 32. ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. rev. e atual. Campinas: Papirus, 2013.

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia de pesquisa para o professor pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2017.

NETO, Egydio Pilotto. **Caderno de receitas de concreto armado**. v. 1. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

OLIVEIRA, Jane Raquel de, Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Revista Acta Scientiae**, Canoas, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

PINHEIRO, Ana Cláudia Ribeiro Guerra. **A atividade experimental investigativa como recurso para a discussão de conceitos de óptica no ensino fundamental**. 2018. 147f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Campinas, 2018.

PINHEIRO, Antônio Carlos Fonseca Bragança; CRIVELARO, Marcos. **Fundamentos de resistências dos materiais**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução de Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PROJETO PEDAGÓGICO CURRICULAR - PPC. Instituto Federal de Rondônia. 2014. Disponível em: <https://portal.ifro.edu.br/vilhena/cursos/1967-tecnico-em-edificacoes-integrado>. Acesso em: 06 fev. 2020.

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Concepção estrutural e arquitetura**. 1. ed. São Paulo: Ziguarte Editora, 2000.

ROCHA, Laís de Souza. Unidades de medidas e grandezas abordagem histórica e prática para o aprendizado métrico. *In*: III SEMANAS DAS LICENCIATURAS. **Anais** [...]. Curitiba, 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/10856/6990>. Acesso em: 29 out. 2020.

ROSITO, Berenice Alves. O ensino de Ciências e a experimentação. *In*: MORAES, R. (org.). **Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 2. ed. Porto Alegre: Editora EDIPUCRS, 2003. p. 195-208.

SALGADO, Júlio César Pereira. **Estrutura na construção civil**. 1. ed. São Paulo: Erica, 2014.

SALTO, Hilton; RAMOS, Ivone Marchi Lainetti. **Física para edificações**. 1. ed. Porto Alegre: Brookmam, 2014.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

STIL, Rodrigo. **Uso de atividades experimentais no ensino de física sob uma perspectiva investigativa**. 2018. 38f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias), Joinville, SC, 2018.

UNESCO. Currículo integrado para o ensino médio das normas à prática transformadora. *In*: REGATTIERI, Marilza; CASTRO, Jane Margareth. Brasília, Unesco, 2013.

VIERO, Edison Humberto. **Isostática: passo a passo**. 3. ed. Caxias do Sul: EducS, 2011.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookmam, 2010

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Tradução de Daniel Bueno. ver. tec. Dirceu da Silva. Porto Alegre: Penso, 2016.

ZABALA, Antônio. **A prática educativa como ensinar**. 1. ed. São Paulo: Artmed. 2010.

ZANON, Dulcimeire Ap. Volante; FREITAS, Denise de. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Revista Ciências e Cognição**, [s.l.], v. 10, p. 93-103, 2007.

ZOMPERO, Andreia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, p. 67-80, 2011.

ZOMPERO, Andreia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. **Atividades investigativas para aulas de ciências: um diálogo com a teoria de aprendizagem significativa**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2016.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A - Carta de Anuência



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA  
CAMPUS VILHENA

### Carta de Anuência

Autorizo o pesquisador MICHEL OSMAR COSTA PAIVA, mestrando matriculado no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Exatas (PPGECE), vinculado à Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES, a desenvolver sua pesquisa intitulada: "Atividades experimentais investigativas no ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções no curso técnico em edificações integrado ao ensino médio" no Instituto Federal de Rondônia – Campus Vilhena, com o objetivo de analisar o desenvolvimento da experimentação investigativa no ensino dos conteúdos relacionado à Estabilidade das Construções com os alunos do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio. Esta proposta está sendo orientada pela prof. Dra. Andreia A. Guimarães Strohschoen, professora vinculada ao PPGECE da UNIVATES.

Permito também a publicação da análise dos documentos, questionários nos trabalhos oriundos desta pesquisa.

Ciente dos objetivos, métodos e técnicas que serão usados nesta pesquisa, autorizo, ainda o nome, imagem e dados da instituição. Também concordo em fornecer todos os subsídios para seu desenvolvimento, desde que seja assegurado o que segue abaixo:

- a) A garantia de solicitar e receber esclarecimentos antes, durante e depois do desenvolvimento da pesquisa;
- b) Não haverá nenhuma despesa para esta instituição que seja decorrente da participação nesta pesquisa;
- c) No caso de não cumprimento dos itens acima a liberdade de retirar minha anuência a qualquer momento da pesquisa sem nenhuma penalização;
- d) O cumprimento das determinações éticas da Resolução CNS nº 466/2012.

O referido projeto será realizado no no laboratório de materiais de construção para realização da gravação de vídeo-aulas e transmissão de webconferência.

Vilhena, 20 de agosto de 2020.

AREMILSON ELIAS DE OLIVEIRA

Diretor Geral

IFRO - Campus Vilhena

Portaria nº 540 de 18/03/2019

## APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Responsáveis)

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Responsáveis)

Caro Responsável:

Solicitamos o seu consentimento para que o(a) menor \_\_\_\_\_, sob sua guarda, participe como voluntário(a) da pesquisa **“Atividades experimentais investigativas no ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções no curso Técnico em Edificações Integrado ao ensino médio”**. O objetivo da pesquisa é analisar os resultados das atividades experimentais investigativas no ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções. Esperamos, com a exploração das atividades experimentais investigativas, a promoção da construção do conhecimento de novos saberes e o desenvolvimento de possíveis avanços do ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções.

A participação é voluntária, não havendo nenhuma despesa ou ganhos financeiros em decorrência deste assentimento. Também deve ficar claro que seu assentimento poderá ser retirado a qualquer momento, sem que haja qualquer penalização ou prejuízo de qualquer natureza. A participação nesta pesquisa envolve autorizar questionários, gravação de áudios, gravação de vídeo e análise do desenvolvimento das atividades experimentais investigativas. Caso não concorde, sua vontade será respeitada.

Fica garantido o sigilo de todos os dados obtidos com esta pesquisa. Ao final, esses serão utilizados apenas para fins de publicações científicas, sem que haja divulgação de imagem e identificação. Quanto à divulgação dos resultados alcançados, será criado um relatório final da análise, o qual será enviado por e-mail para os alunos envolvidos no estudo e para seus responsáveis. E também será apresentado aos docentes do núcleo técnico, com o objetivo de divulgar os resultados obtidos.

Quaisquer esclarecimentos quanto a questões éticas envolvendo seres humanos e a sua participação nesta pesquisa, podem ser obtidos junto ao Comitê de Ética do Instituto Federal de Rondônia CEP. Esse Comitê é uma instituição interdisciplinar e independente, que tem como objetivo defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir para a pesquisa e

desenvolvimento de padrões éticos. Em caso de dúvida, poderá entrar em contato com o CEP, por meio do telefone (69) 2182-9611 e o e-mail: cepi@ifro.edu.br ou pelo endereço Av. Tiradentes, 3009 - Setor Industrial, Porto Velho – RO, bem como com o professor pesquisador responsável (contatos no final do documento).

Eu, \_\_\_\_\_ (nome do responsável, portador do RG n.: \_\_\_\_\_, confirmo que o professor pesquisador explicou os objetivos desta pesquisa, bem como a forma de participação. As alternativas para participação do(a) menor \_\_\_\_\_ (nome do participante da pesquisa menor) também foram discutidas. Eu li e compreendi este Termo de Consentimento, portanto, autorizo participação do(a) menor como voluntário(a) nesta pesquisa.

Vilhena, \_\_\_\_\_ de 2020.

\_\_\_\_\_  
(Preenchido pelo responsável legal)

Eu, MICHEL OSMAR COSTA PAIVA, obtive, de forma apropriada e voluntária, o Consentimento Livre e Esclarecido do responsável legal para a participação na pesquisa.

**Contato do professor pesquisador do projeto:**

**Michel Osmar Costa Paiva – (69) 98459-5051**

**e-mail: michel.paiva@ifro.edu.br**

## APÊNDICE C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa **“Atividades experimentais investigativas no ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções no Curso Técnico em Edificações Integrado ao ensino médio”**. O objetivo da pesquisa é analisar os resultados das atividades experimentais investigativas no ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções, para posterior aplicação como instrumento de ensino.

Para participar deste estudo, seu responsável legal deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar. O responsável poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma como é atendido(a) pelo pesquisador, que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação.

Sua participação nesta pesquisa envolve autorizar questionários, gravação de áudios, gravação de vídeo e análise do desenvolvimento das atividades experimentais investigativas e consiste em responder aos questionários de conhecimento prévio e de avaliação e em tomar parte ativamente nas atividades experimentais. Caso não aceite, sua vontade será respeitada.

Também deve ficar claro que seu assentimento poderá ser retirado a qualquer momento, sem que haja qualquer penalização ou prejuízo de qualquer natureza.

Esclareço que, ao assentir na participação, você estará exposto(a) aos seguintes riscos: constrangimento, nervosismo, ansiedade, angústia e sentimento de incapacidade. Visando amenizar os riscos descritos, serão adotadas as seguintes medidas, providências e cautelas: você irá preencher os questionários em local tranquilo e isolado, na plataforma do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), em horário por você escolhido; será informado de que não é preciso preencher o questionário em uma única vez e que poderá apresentar as respostas das questões no momento em que se sentir confortável; nas atividades experimentais em grupo,



será orientado sobre a importância do erro durante as realizações das atividades; e você não será julgado por suas possíveis falhas, as quais fazem parte do processo da aprendizagem.

Quanto aos benefícios, a pesquisa aborda a exploração das atividades experimentais investigativas como recurso didático para a introdução dos conteúdos de física e matemática na disciplina de Estabilidade das Construções, possibilitando ao aluno a construção do conhecimento a partir de situações concretas. Esperamos, com a exploração das atividades experimentais investigativas, promover a construção do conhecimento de novos saberes e o desenvolvimento de possíveis avanços do ensino dos conteúdos de Estabilidade das Construções.

Fica garantido o sigilo de todos os dados obtidos com esta pesquisa. Ao final, eles serão utilizados, apenas, para fins de publicações científicas, sem que haja divulgação de sua imagem e sem que você seja identificado. Quanto à divulgação dos resultados alcançados, será criado um relatório final da análise, que será enviado por e-mail para seu e-mail, bem como para seu responsável. Também será apresentado aos docentes do núcleo técnico com o objetivo de divulgar os resultados desta pesquisa.

Para quaisquer esclarecimentos quanto a questões éticas envolvendo seres humanos e a sua participação nesta pesquisa, podem ser obtidos junto ao Comitê de Ética do Instituto Federal de Rondônia. O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é instituição interdisciplinar e independente, que tem como objetivo defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir para a pesquisa e desenvolvimento de padrões éticos. Em caso de dúvida, poderá entrar em contato com o CEP por meio do telefone (69) 2182-9611 e o e-mail: [cepi@ifro.edu.br](mailto:cepi@ifro.edu.br) ou pelo endereço Av. Tiradentes, 3009 - Setor Industrial, Porto Velho - RO. Bem como com o professor pesquisador responsável (contatos no final do documento).

Desde já, agradeço a sua atenção e a participação e me coloco à disposição para maiores informações.

Eu, \_\_\_\_\_ (nome da menor, portador(a) do RG n.: \_\_\_\_\_, confirmo que o professor pesquisador Michel Osmar Costa Paiva explicou os objetivos do estudo, bem como a forma de participação e, a partir desta leitura, afirmo que compreendi

este Termo de Consentimento, portanto, concordo em dar meu assentimento para participar como voluntário(a) desta pesquisa.

Vilhena, .....de ..... de 2020.

---

(Assinatura responsável legal)

**Contato do professor pesquisador do projeto:**

Michel Osmar Costa Paiva – (69) 98459-5051

e-mail: michel.paiva@ifro.edu.br

## APÊNDICE D - Questionário de conhecimentos prévios

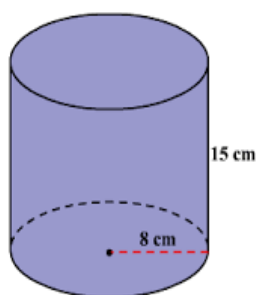
### QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

O quadro abaixo apresenta os conceitos abordados nas questões do questionário de conhecimentos prévios, com a respectiva atividade experimental investigativa em que os conceitos foram trabalhados.

Questões	Analisar os conteúdos	Conteúdos utilizados nas Atividades Experimentais Investigativas
01	Figura geométrica Medidas de superfície e volume Transformação de unidade	Atividade experimental investigativa 01,02 e 03
02	Figura geométrica Medidas de superfície, peso e volume Peso por área – Pressão	Atividade experimental investigativa 03
03	Medidas de superfície, peso e volume Transformação de unidade Peso específico – Densidade	Atividade experimental investigativa 02
04	Medidas de superfície, peso e volume Transformação de unidade Peso específico – Densidade	Atividade experimental investigativa 02
05	Medidas de peso e área Transformação de unidade Peso por área – Pressão	Atividade experimental investigativa 03
06	Medidas das dimensões e peso Pesos lineares	Atividade experimental investigativa 01
07	Medidas das dimensões e peso Pesos lineares	Atividade experimental investigativa 01

Análise dos materiais de construção e dos elementos estruturais, com estudo dos conceitos de física e matemática.

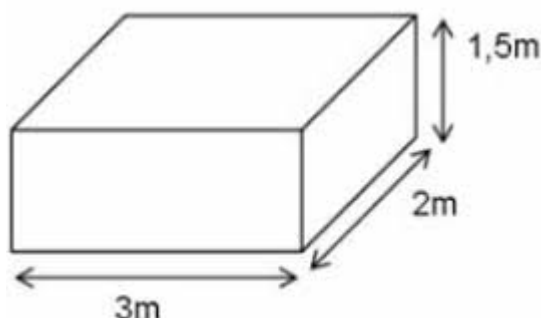
1) Vamos analisar a figura abaixo:



Valor do  $\pi = 3,14$

- a) Qual a forma geométrica que representa a figura? .....
- b) A figura apresenta alguma circunferência? Se a resposta for sim, qual é a medida do perímetro dessa circunferência? .....
- c) Qual o diâmetro e o raio da figura? .....
- d) Qual a altura da figura? .....
- e) A figura apresenta superfície lateral e de bases? Se a resposta for sim, qual é a área dessa lateral e das bases, com unidade de medida correspondente?
- f) Com essas medidas, conseguimos medir o volume da figura? Se a resposta for sim, qual é esse volume com unidade de medida correspondente? .....
- g) Na figura foram apresentadas duas medidas em centímetros. Qual o valor em metros? .....
- h) Na figura foram fornecidas duas medidas em centímetros. Quais seriam esses valores transformados em milímetros? .....

2) Vamos analisar o bloco de concreto simples abaixo:



- a) Que forma geométrica está representada na figura? .....
- b) Qual é a área das bases e das laterais desse bloco de concreto simples e também a área total do bloco? .....
- c) Qual o volume da caixa de concreto simples em metros cúbicos?.....
- d) Se for dada a seguinte informação, de que  $1 \text{ m}^3$  de concreto simples equivale a 2400 kgf, qual seria o peso total desse bloco em toneladas força? .....
- e) Qual será a pressão do bloco concreto simples quando colocado sobre uma superfície plana?.....

3) Qual é a densidade e o tipo de material que apresenta um peso de 2100 kgf para um volume de 2000 litros? Analisar o quadro abaixo:

.....  
 .....

<b>Material</b>	<b>Peso específico (kN/m³)</b>	<b>Peso específico (densidade) kgf/m³</b>
Granito	27,00	2700
Madeira cedro	5,40	540
Ferro	78,00	7800
Terra apiloadada	18,00	1800
Madeira Cabreúva	9,80	980
Concreto armado	25,00	2500
Concreto simples	24,00	2400
Madeira angico	10,50	1050
Água	10,00	1000

$$1 \text{ kN/m}^3 = 100 \text{ kgf/m}^3$$

4) Qual o peso de uma laje de concreto armado que tem 30 cm de altura, por 5 m de largura e 4,20 m de comprimento, sabendo que o peso específico do concreto armado é de 25,00 kN /m³? É muito peso, se comparado ao peso de um ônibus com cerca de 16 toneladas?

Fonte: Concreto Armado, eu te amo (2013).

.....  
 .....  
 .....  
 .....

5) Qual o peso por área de um assoalho de madeira de tábuas macho e fêmea sobre sarrafões de madeira de lei, incluindo enchimento e laje de concreto, tendo uma área de 110 m² que transmitiu um peso de 314 kN?

Fonte: Concreto Armado, eu te amo (2013).

.....  
 .....  
 .....  
 .....

6) Qual o diâmetro em (**cm**) de uma barra de aço com comprimento de 7,8 m e que pesou 18,75 kgf? Calcular e analisar o quadro abaixo.

Fonte: Concreto Armado, eu te amo (2013).

.....

.....

.....

7) Quanto pesam 3,7 m de uma barra de aço(vergalhão) de diâmetro de 1"? Calcular e analisar o quadro abaixo.

Fonte: Adaptado pelo autor com base no Concreto Armado, eu te amo (2013).

.....

Diâmetro (pol.)	Diâmetro (mm)	Peso linear (kgf/m) (10 N/m)
3/16"	5	0,16
5/16"	6,3	0,25
1/2 "	12,5	1
3/4 "	20	2,5
1"	25	4
1 1/4 "	32	6,3

### Fórmulas:

<b>V= a.b.c</b>	V= volume	a= comprimento	b= largura	c= altura
<b>At= 2( a.b + ac + bc)</b>	At= área total	a= comprimento	b= largura	c= altura

<b>Ab= <math>\pi \cdot d^2 / 4</math></b>	<b>Ab= área da base</b>	d= diâmetro
<b>Ab= <math>\pi \cdot r^2</math></b>	<b>Ab= área da base</b>	r= raio
<b>c= 2 . <math>\pi</math> .r</b>	<b>c= circunferência</b>	
<b>AL= 2 <math>\pi</math> . r . h</b>	<b>AL= área da lateral</b>	h= altura

<b><math>V = A_b \cdot h</math></b>	<b>V= volume</b>	<b><math>A_b</math>= área da base</b>	<b>h= altura</b>
<b><math>A_t = 2 \cdot A_b + A_L</math></b>	<b><math>A_t</math>= Área total</b>	<b><math>A_L</math>=área da lateral</b>	

<b><math>P = F / A</math></b>	<b>P= Pressão</b>	<b>A= área</b>	
-------------------------------	-------------------	----------------	--

<b><math>D = m / v</math></b>	<b>d= densidade</b>	<b>m= massa</b>	<b>v= volume</b>
<b><math>\gamma = P / V</math></b>	<b><math>\gamma</math>= peso específico</b>	<b>P= Peso</b>	<b>V= volume</b>

<b><math>P_A = P / A</math></b>	<b><math>P_A</math>= Peso por área</b>	<b>P=Peso</b>	<b>A= área</b>
---------------------------------	--	---------------	----------------

<b><math>P_L = P / L</math></b>	<b><math>P_L</math>= Peso Linear</b>	<b>P= Peso</b>	<b>L= comprimento</b>
<b><math>P = L \cdot P_L</math></b>	<b><math>P_L</math>= Peso Linear</b>	<b>P= Peso</b>	<b>L= comprimento</b>

**APÊNDICE E - Situação-problema investigativa****Situação-problema investigativa**

Durante a execução de uma peça estrutural (pilar/viga) da obra, o mestre de obras constatou que as barras de aço de 16mm tinham acabado, no entanto, havia, no canteiro de obra, barras de diâmetro de 8mm. Ele poderá fazer a substituição das barras de 16mm pelas barras de 8mm? Se for possível, quantas barras serão necessárias para a execução dessa peça estrutural?

**Relatório 01 - Individual**

Nome do aluno:
Descreva as hipóteses iniciais das possibilidades de substituição das barras. Quantidade de barras. Justificativas.
Data:

**Relatório 02 - Grupo**

Nome dos alunos:
Descreva as hipóteses iniciais das possibilidades de substituição das barras. Quantidade de barras. Justificativas.
Data:



## Ficha de Atividade Preparatória 01

### Experimento 01

- 1) Medir o diâmetro e o comprimento de cada barra de aço; pesar as barras de aço; calcular a circunferência e o peso linear das barras.

Tabela 1 – Registro das medidas

Diâmetro (cm)	Diâmetro (mm)	Comprimento (cm)	Comprimento (m)	Peso (kgf)	Circunferência (cm)	Peso Linear (kgf/m)

Fonte: Do autor (2020).

- 2) Construção do desenho das barras de aço: com a utilização do aplicativo matemático "Geogebra", construir um desenho com os diâmetros das barras.

Link de acesso: <https://www.geogebra.org/download>

- 3) Momentos de reflexões

a) O que havia de diferente em cada barra de aço?

b) Na sua opinião, as diferenças das barras de aço afetariam os cálculos de um projeto estrutural? Como?

## Ficha de Atividade Experimental Investigativa 01

### Situação-problema investigativa

Durante a execução de uma peça estrutural (pilar/viga) da obra, o mestre de obras constatou que as barras de aço de 20mm tinham acabado, no entanto, havia, no canteiro de obra, barras de diâmetro de 10mm. Ele poderá fazer a substituição das barras de 20mm pelas barras de 10mm? Se for possível, quantas barras serão necessárias para a execução dessa peça estrutural?

### Materiais disponíveis

Trena, régua, balança, barras de aço e folha de registro.

### Registro de Informação (percepção de evidências)

Preencher as folhas de registro com as devidas informações: possibilidade de substituição, quantidade de barras e justificativa das respostas da situação-problema investigativa.

Tabela 2 – Cálculo da equivalência das áreas

Esboçar ou calcular as possibilidades de substituição das barras	

Fonte: Do autor (2020).

### Construção da tabela das seções das barras

Tabela 3 – Cálculo da equivalência das áreas

Diâmetro (mm)	Peso linear (kg/m)	Perímetro (cm)	Circunferência (cm)	Área das seções das Barras As (cm <sup>2</sup> )			
				1	2	3	4
16							
10							
8							
6,3							
5							

Fonte: Do autor (2020).

## Relatório Final - Individual

Nome do aluno:
Considerando as hipóteses que você levantou inicialmente e as possibilidades sugeridas depois dos experimentos, analise se realmente as barras de aço podem ser substituídas.  Quantidade de barras.  Justificativas.
Data:

## Relatório Final - Grupo

Nomes dos alunos:
Descrevam as hipóteses iniciais das possibilidades de substituição das barras.  Comparem as hipóteses que o grupo levantou inicialmente com as possibilidades sugeridas depois dos experimentos e analisem se, realmente, as barras de aço podem ser substituídas.  Quantidade de barras.  Justificativas.
Data:

## APÊNDICE F - Situação-problema investigativa

### Situação-problema investigativa

Quando se começa um projeto estrutural, é necessário fazer o levantamento dos tipos de materiais que serão utilizados na obra e, principalmente, do seu peso específico. Para a composição do material, pode-se utilizar o seixo<sup>2</sup>, brita 0, brita 1 ou os dois tipos de brita e argila expandida. Assim, um Engenheiro Civil, ao dar início ao cálculo de um projeto estrutural, ficou em dúvida em relação ao material a ser empregado em sua futura obra. Em qual desses materiais o engenheiro encontrará o maior ou menor peso específico?

T1: areia    T2: areia e brita 0    T3: areia e brita1    T4: areia e seixo    T5: areia, brita 01 e brita 02    T6: areia e argila expandida

### Relatório 01 - Individual

Nome do aluno:
Descreva as hipóteses iniciais sobre os materiais de menor e maior peso específico.
Data:

## Relatório 02 - Grupo

Nomes dos alunos:
Descrivam as hipóteses iniciais sobre os materiais de menor e maior peso específico.
Data:

**Ficha de Atividade Preparatória 02****Experimento 01**

1) Observar as amostras que contêm os seguintes traços:

A1= 6 de areia.

A2= 6 de brita 0.

A3= 6 de brita 1.

A4= 6 de seixo.

A5= 6 de argila expandida.

1) Identifique qual das amostras possui o maior peso.

2) Qual das amostras transbordará com maior volume ao se adicionar 1 litro de água?

## Experimento 02

- 1) Realize o “Teste da Lata”, ou seja, use as amostras do experimento 01 e adicione um litro de água em cada recipiente.
- 2) Analise o experimento e responda: qual das amostras transbordará com maior volume de água? Justifique a sua resposta.

### 3) Momentos de reflexões:

a) Qual a importância de fazer o levantamento dos pesos dos materiais para a elaboração do projeto de uma edificação?

b) Na elaboração do projeto estrutural de um sobrado, quais materiais utilizaria, considerando o peso? Justifique.

## Ficha da atividade experimental investigativa 02

Quando se começa um projeto estrutural, é necessário fazer o levantamento dos tipos de materiais que serão utilizados na obra e, principalmente, do seu peso específico. Para a composição do material, pode-se utilizar o seixo, brita 0, brita 1 ou os dois tipos de brita e argila expandida. Assim, um Engenheiro Civil, ao dar início ao cálculo de um projeto estrutural, ficou em dúvida em relação ao material a ser empregado em sua futura obra. Em qual desses materiais o engenheiro encontrará o maior ou menor peso específico?

T1: areia    T2: areia e brita 0    T3: areia e brita1    T4: areia e seixo    T5: areia, brita 01 e brita 02    T6: areia e argila expandida

### Materiais disponíveis:

Bandeja metálica, cimento, areia, brita 01, brita 02, argila expandida, água, pá de pedreiro, concha, formas para moldar corpo de prova, trena e balança.







Esboçar o corpo de prova com as medidas e descrever o cálculo do volume.
--

--

Esboçar o corpo de prova com as medidas e descrever o cálculo da área total.
--

--

Descrever o cálculo da densidade do corpo de prova.
---

--

Resultado da densidade da amostra.	
------------------------------------	--

Fonte: Do autor (2020).

### **Momentos de reflexões: em grupo**

a) Qual das amostras apresentou o maior peso específico? O que isso significa?

.....

b) Qual das amostras apresentou menor peso específico? O que isso significa?

.....

c) Qual seria a amostra ideal para um projeto estrutural? Por quê?

.....

#### Relatório Final - Individual

Nome do aluno:

Compare suas hipóteses iniciais com as informações dos dois textos e com os resultados dos experimentos.

Data:

#### Relatório Final - Grupo

Nomes dos alunos:

Comparem as hipóteses iniciais do grupo, com as informações dos dois textos e com os resultados dos experimentos.

Data:

## APÊNDICE G - Situação-problema investigativa

### Situação-problema investigativa

Temos três amostras de solos coletadas em terrenos de bairros distintos, que apresentam características granulométricas bem diferentes (fina, média e grossa), e três tijolos maciços com dimensões iguais que representam a edificação (prédio, casa, etc.). Ao colocarmos o prédio sobre o solo, qual será sua impressão? E se assentarmos os tijolos em outras posições, as impressões no solo serão modificadas? Em qual tipo de solo será preciso fazer fundação do tipo profunda para executar a edificação?

#### Relatório 01 - Individual

Nome do aluno:
<p>Descreva as hipóteses iniciais sobre a impressão do prédio ao solo e sobre a posição do prédio em que será preciso executar uma fundação profunda.</p>
Data:

#### Relatório 02 - Grupo

Nomes do aluno:
<p>Descrevam as hipóteses iniciais sobre a impressão do prédio ao solo e sobre a posição do prédio em que será preciso executar uma fundação profunda.</p>
Data:

## Ficha de Atividade Preparatória 04

### Experimento 01

- 1) Pesar cada material da construção civil.
- 2) Calcular a área da base de cada material.
- 3) Calcular quantas peças do material serão necessárias para perfazer uma área de 1 m<sup>2</sup> na posição horizontal.

Tabela 1 - Registro de dados dos materiais da construção civil

Material	Peso/peça (kgf)	Área/peça	Peça/m <sup>2</sup>	Peso/área (kgf/m <sup>2</sup> )
Piso/granito				
Forro/ madeira				
Piso/porcelanato				
Telha/ cerâmica				
Revestimento parede/ cerâmica				
Forro/ pvc				
Piso/ Emborrachado				

Fonte: Do autor (2020).

### Momentos de reflexões:

a) Qual a importância de fazer o levantamento dos pesos dos materiais para elaboração do projeto de uma edificação?

.....

b) Para a elaboração do projeto estrutural de um sobrado, quais materiais você utilizaria? Justifique.

.....

## **Ficha de Atividade Experimental Investigativa 03**

### **Situação-problema investigativa**

Temos três amostras de solos coletadas em terrenos de bairros distintos, que apresentam características granulométricas bem diferentes (fina, media e grossa), e três tijolos maciços com dimensões iguais que representam a edificação (prédio, casa, etc.). Ao colocarmos o prédio sobre o solo, qual será sua impressão? E se assentarmos os tijolos em outras posições, as impressões no solo serão modificadas? Em qual o tipo de solo será preciso fazer fundação do tipo profunda para executar a edificação?

### **Materiais disponíveis**

Bandeja, amostras de solo e tijolos, trena, balança.

### **Procedimento:**

- 1) Despejar as amostras na bandeja e deixar a superfície plana.
- 2) Colocar os tijolos sobre o solo de três maneiras diferentes: de pé, de lado e deitado, conforme a Figura 01.
- 3) Observar e anotar as impressões deixadas nas amostras.
- 4) Pesar o tijolo.
- 5) Calcular a área do tijolo conforme a posição em relação à superfície de contato com solo.
- 6) Construir a tabela “Pressão”.

### **Registro das informações (percepção de evidências)**

Para registrar os dados, cada aluno recebeu tabelas, conforme as ilustrações abaixo, com as informações para resolver o problema proposto:

- a) Esboçar a edificação (tijolo) com as suas respectivas posições e medidas.
- b) Descrever o cálculo da área de acordo com cada posição.

Observação: as atividades deverão ser feitas no caderno e, na sequência, fotografadas. Enviar as fotos da resolução.

Tabela 2 - Cálculo da tabela - Pressão

<b>Posição/tijolo</b>	<b>Peso (kgf)</b>	<b>Área</b>	<b>Pressão</b>
01			
02			
02			

Fonte: Do autor (2020).

Tabela 3 - Cálculo da tabela - Pressão

<b>Posição/tijolo</b>	<b>Peso (N)</b>	<b>Área</b>	<b>Pressão</b>
01			
02			
02			

Fonte: Do autor (2020).

### Relatório Final - Individual

Nome do aluno:

Compare suas hipóteses iniciais com as informações do texto complementar e com os resultados dos experimentos.

Data:

## Relatório Final - Grupo

Nomes dos alunos:
Comparem as hipóteses iniciais do grupo com as informações do texto complementar e com os resultados dos experimentos.
Data:

## **APÊNDICE H - Questionário de avaliação das atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica**

### **Questionário de avaliação das atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica**

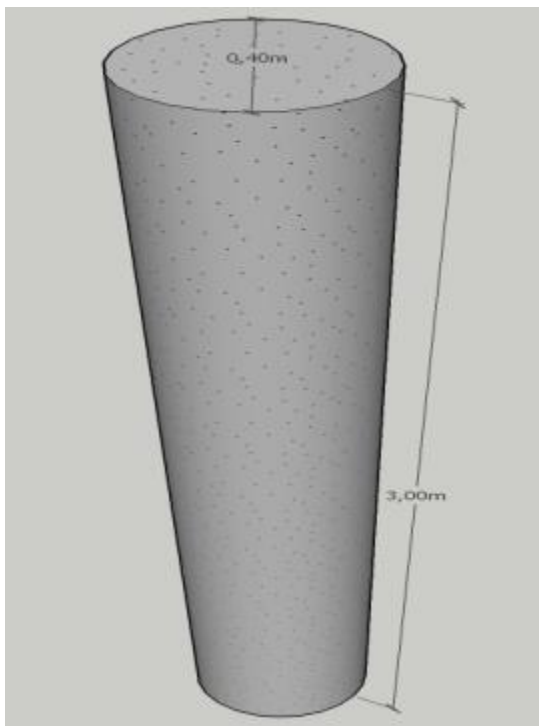
- 1) Faça um comentário geral sobre as Atividades Experimentais Investigativas.
- 2) Você considera que a proposta com as Atividades Experimentais Investigativas o ajudou a compreender melhor os conceitos de peso específico, peso por área e pesos lineares?
- 3) Faça uma avaliação da aplicação dessa metodologia diferenciada no ensino dos conteúdos da disciplina de Estabilidade das Construções, utilizando as Atividades Experimentais Investigativas, na modalidade de ensino remoto.
- 4) Na sua opinião, essa prática pode contribuir com o trabalho dos professores nas disciplinas do Curso Técnico em Edificações? Faça apontamentos referentes às vantagens dessa metodologia.
- 5) Como você considera o seu aprendizado sobre os conteúdos abordados durante a realização das Atividades Experimentais Investigativas?

### **Questionário de avaliação do ensino dos conteúdos**

<b>Questões</b>	<b>Analisar ensino dos conteúdos</b>	<b>Conteúdos utilizados nas Atividades Experimentais Investigativas</b>
01	Figura geométrica Medidas de superfície, dimensões e volume Transformação de unidade	Atividades experimentais investigativas 01,02 e 03
02	Figura geométrica Medidas de superfície, dimensões, peso e volume Peso específico - Densidade	Atividade experimental investigativa 02
03	Medidas de superfície, peso e volume Transformação de unidade Peso específico - Densidade	Atividade experimental investigativa 02
04	Medidas das dimensões e peso Pesos lineares	Atividade experimental investigativa 01
05	Medidas de peso e área Transformação de unidade Peso por área –Pressão	Atividade experimental investigativa 03

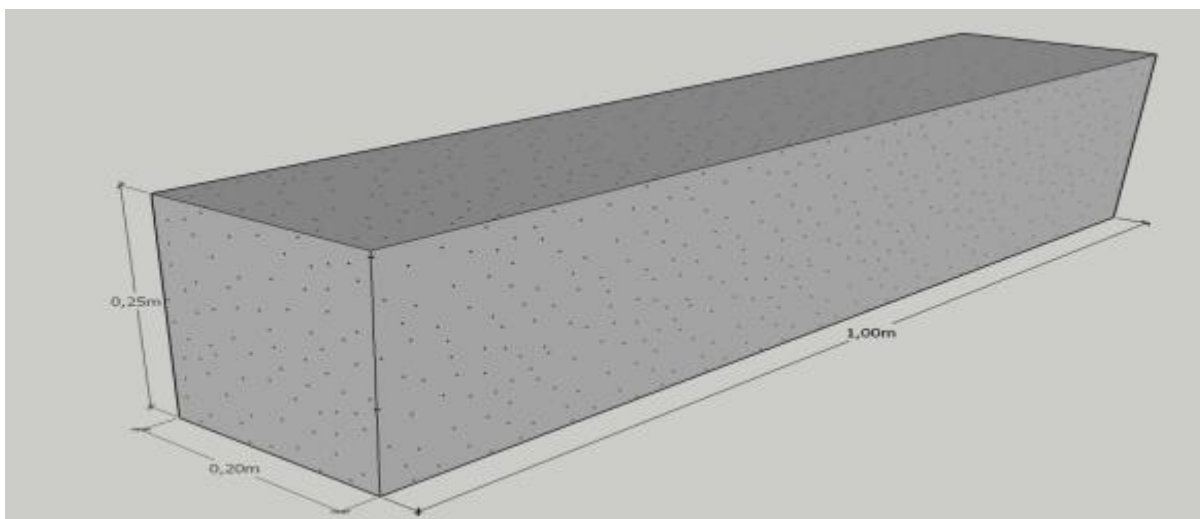


1) Foi contratado um técnico em edificações para medir as dimensões, quantificar o volume de concreto e a área lateral deste pilar em concreto armado no Bloco C do IFRO-Campus Vilhena, tendo em vista que ele vai receber a pintura.



- a) Qual a medida da circunferência do pilar? \_\_\_\_\_.
- b) Qual a altura do pilar em centímetros? \_\_\_\_\_.
- c) Qual a área das bases do pilar, com unidade medida correspondente? \_\_\_\_\_.
- d) Qual a medida do diâmetro do pilar em milímetros? \_\_\_\_\_.
- e) Qual a medida do raio com unidade medida correspondente? \_\_\_\_\_.
- f) Qual o volume de concreto do pilar, com a unidade medida correspondente? \_\_\_\_\_.
- g) Qual a área da lateral do pilar a ser pintada, com unidade de medida correspondente? \_\_\_\_\_.

2) Foi contratado um técnico em edificações para fazer o levantamento das medidas e o peso total em toneladas desta viga baldrame, considerando a densidade (peso específico) do concreto de  $2500\text{kgf/m}^3$  no Bloco C do IFRO-Campus Vilhena.



- a) Qual a área da superfície da base da viga de concreto?\_\_\_\_\_.
- b) Qual o volume da viga de concreto, com unidade de medida correspondente?\_\_\_\_\_.
- c) Peso total da viga de concreto em tonelada força?  
\_\_\_\_\_.
- d) Qual será a pressão da viga baldrame sobre um solo do terreno, em  $\text{kgf/m}^2$ ? \_\_\_\_\_

03) Em uma obra, foi solicitado ao técnico em edificações que verificasse as barras de aço colocadas no canteiro de obra. Na nota fiscal constava 126 kgf, com diâmetro  $1 \frac{1}{4}$ ". Quantos metros havia no canteiro de obra?

04) Qual o peso por área de um revestimento (reboco) argamassa cimento/cal/areia, com peso específico de  $2000 \text{ kg/m}^3$  (reboco), sendo que as dimensões da parede em alvenaria são de  $(3,00 \times 3,00) \text{ m}$ , com uma espessura de reboco de  $0,005 \text{ m}$ ?

<b>Material</b>	<b>Peso (kN/m³)</b>	<b>Peso específico (densidade) kgf/m³</b>
Granito	27,00	2700
Madeira cedro	5,40	540
Ferro	78,50	7850
Terra apiloadada	18,00	1800
Madeira cabreúva	9,80	980
Concreto armado	25,00	2500
Madeira angico	10,50	1050
Água	10,00	1000

$$1 \text{ kN/m}^3 = 100 \text{ kgf/m}^3$$

<b>Diâmetro (pol.)</b>	<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>Peso linear (kgf/m) (10 N/m)</b>
3/16"	5	0,16
5/16"	6,3	0,25
1/2 "	12,5	1
3/4 "	20	2,5
1"	25	4
1 1/4 "	32	6,3

$$\gamma = P/v \quad P = \gamma \times V \quad V = P/\gamma \quad PA = P/A \quad P = PA \times A \quad A = P / PA \quad P_{\text{linear}} = P/L$$

$$L = P / P_{\text{linear}} \quad P = L \times P_{\text{linear}} \quad A = 3,14 \times D^2 / 4 \quad P = A \times \gamma \quad 1\text{KN}=1000\text{N}$$

$$1\text{Mpa}=10 \text{ kgf/cm}^2 \quad 1\text{N}=0,1\text{kgf} \quad 1\text{tf} = 10\text{kN} \quad 1\text{Mpa}= 1 \text{ N/mm}^2 \quad 1\text{m}^3=1000\text{litros}$$

$$1\text{Tf}=1000\text{kgf}$$



**UNIVATES**

R. Avelino Talini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil  
CEP 95914.014 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000  
[www.univates.br](http://www.univates.br) | 0800 7 07 08 09